U E B E R D I E F U N K T I O N E N E I N E R M A T H E M A T I S I E R U N G D E R S O Z I O L O G I E

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines
Doctor rerum politicarum
an der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Universität Bern

vorgelegt von
Andrea Baechtold
von Schleitheim

1973

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548121_0001

UEBER DIE FUNKTIONEN EINER MATHEMATISIERUNG DER SOZIOLOGIE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines
Doctor rerum politicarum
an der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Universität Bern

vorgelegt von
Andrea Baechtold
von Schleitheim

Studentische Druckzentrale Bern 1974

Die Fakultät hat diese Arbeit am 25. Januar 1973 auf Antrag von Prof. Dr. P. Atteslander als Dissertation angenommen, ohne damit zu den darin ausgesprochenen Auffassungen Stellung nehmen zu wollen.

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Vorwort

Mit dieser Arbeit wird versucht, einen Ueberblick über die potentiellen und die realisierten Möglichkeiten einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik zu gewinnen. Aus dieser Formulierung geht bereits hervor, dass nicht beabsichtigt ist, mathematisierte Theorien aus der Soziologie ausführlich darzustellen oder gar eine Einführung in die mathematisierte Soziologie vorzulegen. Das vorliegende Manuskript gehört somit nicht zur Klasse der Arbeiten der mathematisierten Soziologie, es befasst sich vielmehr mit methodologischen Reflexionen über die Verbindung von Soziologie mit Mathematik.

Die Zielsetzung der Gewinnung eines Ueberblicks bewirkt, dass diese Arbeit mehr in die Breite als in die Tiefe zielt, dass interessante Diskussionen immer wieder abgeschnitten und Details geopfert werden müssen, dass mehr referiert als explizit dargestellt wird.

Das Manuskript wurde im Frühsommer 1972 abgeschlossen. Deshalb konnten einige mittlerweilen erschienene relevante Arbeiten nicht mehr berücksichtigt werden. Dies betrifft namentlich die sich mit einer ähnlichen Problemlage befassende Habilitationsschrift von Rolf ZIEGLER (1972). Die Arbeit von ZIEGLER unterscheidet sich von der unseren dadurch, dass er eine etwas eingeschränktere Problemstellung gewählt hat, dass er seine Ueberlegungen anders aufgliedert, dass er einige (hier vor allem im I. Kapitel angeführte) grundsätzliche Fragen vollständig ausklammert, dafür aber die von ihm referierten Beispiele viel ausführlicher darstellt. Da die informative Arbeit von ZIEGLER zu den meisten von uns angeführten Aspekten detaillierte Illustrationen enthält, eignet sie sich vorzüglich als ergänzende Lektüre.

Mein Dank gilt den Professoren Richard F. Behrendt, Urs Jaeggi, Kurt B. Mayer und Richard Bäumlin, welche als ehemalige Direktoren des Instituts für Soziologie der Universität Bern mich während

IV. KAPITEL Die Ueberprüfung soziologischer Theorien:

Ueber die kritische Funktion der Mathematik 159

Die Ueberprüfung der immanenten logischen Struktur einer Theorie 169

Die Ueberprüfung der empirischen Haltbarkeit einer Theorie 179

Die Ueberprüfung der relativen Relevanz einer Theorie 183

V. KAPITEL Zusammenfassung:

Ueber die wissenschaftlichen Konsequenzen einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik 187

VI. KAPITEL Die Verwertung der mathematisierten Soziologie:

Ueber die gesellschaftlichen Konsequenzen einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik 213

Auf dem Wege zur aktiven Gesellschaftsgestaltung ? 219

Auf dem Wege zur Technokratie ? 223

Was tun ? 227

LITERATURNACHWEIS 235

I. Kapitel Einleitung:

Ueber Mathematik, Soziologie und Mathematische Soziologie

> "Many sociologists tend to feel that mathematical models, which have been useful in the physical sciences, are not meaningfully applicable to the logic and patterns of social life. Some sociologists, however, are vigorously continuing work in this area of scholarship."
>
> (George A. THEODORSON und Achilles G. THEODORSON, Modern Dictionary of Sociology, New York 1969, S.262)

Die Frage nach dem Nutzen der Mathematik in der Soziologie ist umstritten, und es besteht grundsätzlich keine Chance, den verschiedenen Meinungen sachkundig durch ein kühles und nüchternes Urteil ein und für allemal und überlegen ihren allenfalls endgültigen, oder zumindest aus dem gegenwärtigen Wissensstand heraus geradelinig deduzierbaren Stellenwert zuzuordnen. Zu fest sind diese Meinungen mit Vorstellungen darüber verbunden, was Wissenschaft ist und was sie sein könnte oder sollte, allzu verschieden die erkenntnistheoretischen Voraussetzungen.

Ist man sich ferner bewusst, dass die Frage nach dem Stellenwert der Mathematik in der Wissenschaft allgemein seit DESCARTES'Idee einer "Mathesis universalis" (vgl.dazu z.B. GOLDBECK 1892, FREY 1967, S.22-24, MASON 1961, S.199-210), jene nach dem Stellenwert der Mathematik in der Soziologie seit ihrem nominellen Begründer, Auguste COMTE (1875, S.30), zu den immer wieder erneut umstrittenen Problemen gehören, dann wird einsichtig, wie gross die Gefahr ist, dass mit allzu kurzen Gedanken gefochten wird.

Dies scheint ein signifikantes Kennzeichen der seit dem zweiten Weltkrieg in den USA und im letzten Jahrzehnt nun auch in Europa in Schwung geratenen Diskussion über die Mathematisierung der Soziologie zu sein: Auf der einen Seite stehen die Vertreter der "Mathematischen Soziologie", welche allzu schnell der Eloquenz

der mathematischen Argumentation und eines in den Naturwissenschaften bereits überholten "naturwissenschaftlichen" Denkens erlegen sind, und die in der Mathematik deshalb einen wesentlichen Stimulus für die Weiterentwicklung der Soziologie sehen.

Auf der anderen Seite finden wir dagegen die verschiedenen Vertreter einer nur sehr unzureichend als "mehr geisteswissenschaftlich orientiert" zu charakterisierenden Soziologie, welche die Verbindung von Soziologie mit Mathematik im selben Atemzug be- und verurteilen, indem sie aus den allzu offensichtlichen Mängeln einzelner ausformulierter Ansätze ein Gespenst konstruieren, das sie mit der mathematisierten Soziologie schlechthin zu identifizieren belieben, oder indem sie darauf verfallen, die methodologische Problematik zu ontologisieren und die grundsätzliche Nichtanwendbarkeit der Mathematik auf soziologische Fragestellungen als in der Natur der Sache (und das will heissen: der Gesellschaft und/oder der Mathematik) liegend behaupten.

Tatsächlich haben bis in die jüngste Vergangenheit keine eigentlichen Diskussionen zwischen den Vertretern dieser beiden Positionen stattgefunden. Die typische Form der Auseinandersetzung ist vielmehr der Monolog. Dies unter anderem sicher auch deshalb, weil beide Lager im Grunde genommen eine Rechtfertigung ihrer eigenen Position nicht für erforderlich hielten. Die Gegner einer Mathematisierung der Soziologie konnten auf die nicht-mathematische Tradition der Soziologie verweisen, nach welcher die Soziologie eine prädestinierte Wissenschaft für jene Studenten darstellt, welche für die Mathematik wenig oder nichts übrig haben (GELBAUM und MARCH 1969, S.v), während die Vertreter einer "Mathematischen Soziologie" ihre Tätigkeit durch den Hinweis auf die Erfolge der Mathematik in anderen Wissenschaften hinreichend legitimiert betrachteten: "The arrogance and incomprehension displayed by the rabid methodologist and mathematizer are only equaled by the arrogance and incomprehension of the belle-lettrist to whom any formal or mathematical schema is anathema" (SHUBIK 1967, S.239).

Obwohl sich diese beiden eben allzu kategorisch umschriebenen Positionen in den letzten Jahren etwas aufgefächert haben, die Aus-

einandersetzungen ernsthafter und differenzierter geworden sind, zielen die Argumentationen beider Seiten doch häufig immer noch aneinander vorbei. Dies einerseits deshalb, weil die Argumentationen sich ausschliesslich an explizit ausformulierten Arbeiten orientieren, und andererseits, weil ohne Bezug zu den existierenden mathematischen Ansätzen argumentiert wird, wobei infolge ungenügender Information über die Mathematik als wissenschaftliche Disziplin die einzelnen Ueberlegungen leicht zu auf falschen Prämissen basierenden Spekulationen degenerieren.

Wie aus dem Zitat am Anfang dieses Kapitels hervorgeht, wurden die Versuche weiterverfolgt, soziologische Aussagen mathematisch zu formulieren, ohne dass die mathematisch orientierten Praktiker in der Soziologie von den grundsätzlichen Zweifeln an ihrem Tun Kenntnis genommen, und ohne dass diese etwas zu ihrer Sensibilisierung beigetragen hätten.

Der stete und anscheinend kaum zu bremsende Vormarsch der Mathematischen Soziologie hatte seinen Ausgangspunkt in den USA, wo Wissenschaftler wie NEUMANN und MORGENSTERN (1961), Nicolas RASHEVSKY (1947), Herbert A. SIMON (1967) und Wolfgang ZIPF (1949) eigentliche Pionierarbeit geleistet hatten, wo (um nur einige zu nennen) Hubert M. BLALOCK (1964, 1969), James COLEMAN (1960, 1964), Otis Dudley DUNCAN (1966, 1967) und vor allem Paul LAZARSFELD (1954, 1968) wesentliches zur Konsolidierung dieser Disziplin beigetragen haben, und wo heute mehrere Dutzend eigentlicher Spezialisten der Mathematischen Soziologie tätig sind. Der Prozess der Etablierung der mathematischen Soziologie als Mathematische Soziologie lässt sich anhand der folgenden Entwicklungen aufzeigen:

1. Die Verbreitung der Mathematischen Soziologie hat nicht an den Grenzen der USA Halt gemacht. In den 60er-Jahren wurden in allen grösseren westeuropäischen Ländern Arbeiten zur Mathematischen Soziologie publiziert, ebenso in den Staaten des Ostblocks, und einzelne europäische Autoren (wie z.B. BOUDON 1967 und 1970, THIEL 1967) haben sogar begonnen, höchst kreativ im Konzert der Mathematischen Soziologie mitzuspielen.

2. Die Mathematische Soziologie, welche ursprünglich nur in sehr beschränkten Teilbereichen der Soziologie (wie z.B. Kleingruppenforschung, Massenphänomene) intensiv gepflegt wurde, hat nun beinahe alle Fragestellungen der Soziologie infiltriert. Es existiert heute kaum mehr ein Bereich der Soziologie, in dem nicht auch ein mathematischer Ansatz vorliegen würde. Andererseits gibt es keinen Bereich in der Soziologie, der in den mathematischen Ansätzen aufgeht, wie dies etwa in der Psychologie für die Lerntheorie weitgehend zutrifft.

3. Hand in Hand mit der Expansion der Mathematischen Soziologie auf neue soziologische Fragestellungen vollzog sich auch eine Ausweitung der Funktionen der Mathematik in der Soziologie. Wurde die Mathematik früher in erster Linie für die Auswertung empirischer Daten verwendet, so wird sie heute in allen Phasen des Prozesses der Theorienbildung eingesetzt.

4. Während die ersten mathematischen Soziologen noch über ein sehr beschränktes mathematisches Instrumentarium verfügten, das häufig kaum über die Mittelschulmathematik hinausreichte, werden heute auch neuere und komplexere mathematische Ansätze verwendet (wie z.B. Mengenlehre, Theorie der Graphen und Informationstheorie).

5. Eine weitere Entwicklung inbezug auf das mathematische Instrumentarium lässt sich insofern feststellen, als nicht nur die durch die Soziologen rezipierten mathematischen Ansätze erweitert wurden, sondern diese Ansätze sogar eigens für die Soziologie oder die Sozialwissenschaften weiterentwickelt (wie z.B. die Path Analysis) oder neu geschaffen wurden (wie z.B. die Theorie der Spiele).

6. Schliesslich beginnt sich (wenn auch nur sehr langsam) der Stellenwert der Mathematischen Soziologie innerhalb der Soziologie etwas zu verändern: Die kontinuierliche Arbeit der Mathematischen Soziologen hat ihren Niederschlag bereits in den Ausbildungsplänen der Soziologie jedenfalls der angelsächsischen Länder gefunden. Diese Tendenz ist wichtig, wenn die mathematisierte Soziologie der Zukunft nicht bloss von Fachmathematikern und Freizeit-Soziologen gepflegt werden soll (BENSON 1967,

S.108-110). Die Ansätze zu einer Integration der Mathematischen Soziologie in die Soziologie sind jedoch noch immer sehr geringfügig, und sie dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Mathematische Soziologie innerhalb der Soziologie auch heute noch eine Ghettoexistenz führt.

Für diesen Prozess der Etablierung der mathematischen Soziologie als Mathematische Soziologie können weitere Kennzeichen als untrügliche Belege ihres fortgeschrittenen "Reifegrades" angeführt werden: Die Abhaltung von Fachseminarien wie etwa in Menthon-Saint-Bernard 1960 und Gösing 1962 (vgl. dazu STERNBERG 1965), der gewaltige Ausstoss an Publikationen in diesem Gebiet, welcher schliesslich die Veröffentlichung einer eigenen Bibliographie der Mathematischen Soziologie erforderlich erscheinen liess (vgl. dazu HOLLAND und STEUER 1969) und im Jahre 1971 die Herausgabe einer eigenen Fachzeitschrift (THE JOURNAL OF MATHEMATICAL SOCIOLOGY) bewirkte. Diese Zeichen sind eindeutig: die Mathematische Soziologie hat sich etabliert.

Der offensichtliche Widerspruch zwischen dieser tatsächlichen Entwicklung der Mathematischen Soziologie und der nach wie vor ungelösten Frage nach ihrer grundsätzlichen Berechtigung bleibt aber weiterhin bestehen. Auf die Mängel der diesbezüglichen Auseinandersetzungen haben wir bereits andeutungsweise hingewiesen.

Wir werden im folgenden den Versuch unternehmen, uns dieser Problematik mit der erforderlichen Differenziertheit zu widmen, um so zu einer tragfähigen Basis zu gelangen, welche rationale Aussagen ermöglicht und uninformierte und undifferenzierte Urteile möglichst unterbindet. Doch vorerst scheint es uns zweckmässig, die Positionen der beiden Lager zumindest in einigen groben Strichen zu skizzieren und sie bereits einer vorläufigen kritischen Analyse zu unterziehen. Dabei kann es selbstverständlich nicht darum gehen, einzelnen Autoren möglichst gerecht zu werden oder einen Ueberblick über die tatsächliche Heterogenität der Meinungen zu vermitteln, welche sich nicht ohne Zwang auf die Rede von den "zwei Lagern" reduzieren lässt. Im Vordergrund steht das Grundsätzliche - Vereinfachungen sind nicht zu vermeiden.

DIE VERBINDUNG VON SOZIOLOGIE MIT MATHEMATIK ALS SELBSTVERSTAENDLICHKEIT:

> "Der Rechenschieber, das sind zwei unerhört scharfsinnig verflochtene Systeme von Zahlen und Strichen; der Rechenschieber, das sind zwei weiss lackierte, ineinander gleitende Stäbchen von flach trapezförmigem Querschnitt, mit deren Hilfe man die verwickeltsten Aufgaben im Nu lösen kann, ohne einen Gedanken nutzlos zu verlieren; der Rechenschieber, das ist ein kleines Symbol, das man in der Brusttasche trägt und als einen harten weissen Strich über dem Herzen fühlt: wenn man einen Rechenschieber besitzt, und jemand kommt mit grossen Behauptungen oder grossen Gefühlen, so sagt man: Bitte einen Augenblick, wir wollen vorerst Fehlergrenzen und den wahrscheinlichsten Wert von alledem berechnen!"
>
> (Robert MUSIL, Der Mann ohne Eigenschaften, 1. Teil, Kapitel 10)

Die Mathematischen Soziologen treiben Mathematische Soziologie und beschreiben die Ergebnisse ihrer Aktivitäten - über ihre Tätigkeit grundlegend zu reflektieren drängt sich ihnen dagegen nicht auf. Wenn die Verbindung von Soziologie mit Mathematik als eine Selbstverständlichkeit angesehen wird, muss die Frage nach einer Begründung dieser Verbindung nicht gestellt werden. Die mathematischen Ansätze können als neutrale "Hilfsmittel oder Techniken" (INKELES 1964, S.42), als blosse "Instrumente in einem Handwerkskasten" (RITSERT und BECKER 1971, S.5) eingesetzt werden, deren sich der Soziologe grundsätzlich bedienen kann oder nicht, die er aber besser verwendet, wenn er sich nicht den zweifelhaften Ruf eines wissenschaftlichen Hominiden einhandeln will: "This thesis holds that the use of mathematical methods in the formulation and study of sociological problems is a natural outgrowth of the scientific orientation of the field and is a welcome development from the needs of sociology as a scientific discipline" (FARARO 1969, S.75). "I believe that this form of argument (die mathematische Argumentation) is a natural and necessary part of the scientific process with which social scientists should be intimately acquainted" (McGINNIS 1965, S.v). Aehnliche Ansichten werden auch von Vertretern anderer Sozialwissenschaften angeführt (vgl. z.B. FISHER 1930, S.243).

Es scheint deshalb als durchaus folgerichtig, wenn der Mathematische Soziologe ein mehrere hundert Seiten starkes Werk über mathematische Methoden veröffentlicht, ohne der Frage nach dem grundsätzlichen Verhältnis von Soziologie und Mathematik mehr als einige meist nicht einmal zutreffende Gemeinplätze im Vorwort oder in einem einleitenden Kapitel zu widmen. Es ist somit auch keineswegs überraschend, wenn wir in der Literatur faktisch umsonst nach diesbezüglichen detaillierten Stellungnahmen Mathematischer Soziologen suchen. Ein Problem, das es nicht gibt, braucht auch nicht diskutiert zu werden. Wie aber kommt es, dass sich die Mathematische Soziologie so bequem im Schnittpunkt von Soziologie und Mathematik einrichten konnte?

Auf der Basis der Argumentation von SEIFFERT (1968, S.10) kann dieser Tatbestand einerseits auf das folgenreiche Zusammentreffen des "Wiener Kreises" der Positivisten mit dem angelsächsischen Pragmatismus, Empirismus und Behaviorismus zurückgeführt werden, welches zur "analytischen Wissenschaftstheorie" führte, die ihrerseits eine geeignete und renommierte Grundlage der Mathematischen Soziologie (nicht aber der Verbindung von Soziologie mit Mathematik schlechthin) abgegeben hat. Auf der anderen Seite hatten die mathematischen Logiker entdeckt und dargelegt, "dass das Problem des exakten Denkens gleichzeitig das einer exakten Sprache ist" (SEIFFERT 1968, S.11), und die mathematischen Soziologen machten sich die Erkenntnis zu eigen, dass sich die Mathematik als Sprache verwenden lässt und entdeckten für sich jene beeindruckenden Eigenschaften der mathematischen Sprache, welche diese für ihre Bedürfnisse als wesentlich geeigneter erscheinen liess, als die verbale.

Jene, die mathematische Sprache qualifizierenden Eigenschaften sind in erster Linie darin zu sehen, dass sie als ein besonders exakter Kommunikationsträger erscheint: "... la seule définition de la formalisation mathématique est peut-être dans cette fonction de clarification" (BOUDON 1967, S.18). Diese besondere Stärke der mathematischen Sprache erhält im Vergleich mit der verbalen Sprache

ihr besonderes Gewicht, ist doch heute unbestritten, dass letztere bei unkritischer Verwendung leicht zu Antinomien und Paradoxien führen kann (FREY 1965, S.26). Deshalb kann der Mathematiker Bertrand RUSSELL (1944, S.694) ironisch vermerken: "Viele populäre Theorien könnte man überhaupt nicht in exakte Sprachen übersetzen. Ich glaube, dass exakte Sprachen unter anderem deshalb so unbeliebt sind." Das Insistieren der Soziologen auf der "Exaktheit" der mathematischen Sprache muss jedoch auch auf dem Hintergrund des Prestiges der sogenannten "exakten Wissenschaften" gesehen werden. Nach LORENZEN (1960, S.10) wird dieser Terminus stets dann einer Wissenschaft zugeordnet, wenn diese ihr Ziel mit einiger Aussicht auf Erfolg in mathematisch formulierten Theorien sieht. Die Verbindung von "exakt" mit "mathematisch" ist somit als Selbstverständlichkeit im wissenschaftlichen Sprachgebrauch festgemacht, und die Mathematik hat damit die vornehme Aufgabe übernommen, die verbal formulierten Theorien von den Unexaktheiten der natürlichen Sprache zu befreien.

Zum einen wird die Exaktheit der mathematischen Sprache in ihrer Eindeutigkeit für die Uebermittlung von Informationen gesehen: "... the language of science must be universal, unmistakably clear, and concise ... For these reasons one language more than any other is becoming the mother tongue of science. This is the language of mathematics" (McGINNIS 1965, S.3). "... mathematics constitutes an international language which is neither vague nor ambiguous" (PHILLIPS 1966, S.306). "Verbal statements easily hide ambiguity; mathematical ones do not ..." (COLEMAN 1964, S.48). Analoge Aussagen finden sich bei einer grossen Anzahl weiterer Autoren (z.B. ATTESLANDER 1971, S.177, KLAUS und BUHR 1972, Band 1, S.371 und Band 3, S.1035, LOEFFEL 1971, S.840).

Zum anderen liegt die besondere Exaktheit der Mathematik in der Präzision ihrer Grammatik, "... die es uns ermöglicht, Beweisketten zu verfolgen, die zu überprüfen ohne die Hilfe leistungsfähiger methodologischer Werkzeuge äusserst langwierig oder ganz unmöglich wäre" (SHUBIK 1965, S.13). "Implications of the postulates which could never be carried out mentally with verbal theories are possible once they are formalized" (COLEMAN 1964, S.49).

"Mathematically phrased theories sometimes permit one to recognize by means of logical deductions subtle consequences of an assertion that otherwise might be buried under layers of verbiage" (McGINNIS 1965, S.6). Diese Begründungen der hervorragenden Rolle der Mathematik rekurrieren oft auf den Zusammenhang von Mathematik und axiomatischer Methode. Nicht selten wird dazu der Mathematiker HILBERT (1918, S.405ff.) in den Zeugenstand gerufen: "Alles was Gegenstand des wissenschaftlichen Denkens überhaupt sein kann, verfällt, sobald es zur Bildung einer Theorie reif ist, der axiomatischen Methode und damit unmittelbar der Mathematik. Im Zeichen der axiomatischen Methode erscheint die Mathematik berufen zu einer führenden Rolle in der Wissenschaft überhaupt." Es versteht sich von selbst, dass sich an diese Meinungen die Forderung nach einer vermehrten und verbesserten Ausrüstung der Soziologen mit mathematischem "know-how" anschliessen muss (AGANBEGJAN und SHUBKIN 1970, S.36, LOEFFEL 1971, S.839).

Die Richtigkeit der beobachteten Kongruenz zwischen den postulierten Eigenschaften der mathematischen Sprache und den Anforderungen, welche der Mathematische Soziologe an eine wissenschaftliche Sprache stellt (FARARO 1969, S.79), steht und fällt natürlich nicht nur mit der Tatsache, ob diese Merkmale der mathematischen Sprache in der Tat zukommen, sondern hängt primär davon ab, welcher Art überhaupt die Anforderungen an eine wissenschaftliche Sprache sind. Die von den Mathematischen Soziologen geltend gemachten "Bedürfnisse" inbezug auf die Eigenschaften sprachlicher Kommunikationsträger leiten sich offensichtlich her von einem aus der "analytischen Wissenschaftstheorie" destillierten Theorie- und Wissenschaftsverständnis. Damit soll allerdings keineswegs behauptet werden, dieses Verständnis der Mathematischen Soziologen sei identisch mit jenem eines beliebigen Vertreters der "analytischen Wissenschaftstheorie", und namentlich mit jenem der zeitgenössischen Neopositivisten.

Eine Darstellung des hier angesprochenen Theorie- und Wissenschaftsverständnisses, seiner grundlegenden Prämissen und Konse-

quenzen, in all seinen Varianten und Facetten kann im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden. Wollen wir aber nicht völlig im Unverbindlichen verbleiben, kommen wir nicht darum, wenigstens in Stichworten einen Katalog jener (einzeln genommen nicht notwendigen, und deshalb auch nicht für alle Vertreter einer "analytischen Wissenschaftstheorie" verpflichtenden) Merkmale von "Theorie" anzuführen, welche für die hier stereotyp unter der Chiffre "analytische Wissenschaftstheorie" zusammengefassten Auffassungen typisch sind. Wir meinen damit: Die Formulierung nomologischer Hypothesen im Rahmen eines den systematischen Charakter der Theorie gewährleistenden axiomatisierten, d.h. hypothetisch-deduktiven Erklärungsmodells. Als Ziel des Prozesses der Theorienbildung wird die Gewinnung umfassender Allsätze mit erklärendem und/oder prognostizierendem Gehalt angesehen, die mit der empirischen Erfahrung konfrontiert werden. Dabei wird häufig vorausgesetzt, dass keine Normierung der Wirklichkeit durch die Theorie stattfindet, und dass jene eindeutiges und unwidersprüchliches Wissen darstellt. Um zu derartigen Allsätzen gelangen zu können, müssen die betrachteten Phänomene analytisch in ihre Elemente zerlegt werden, so dass sich die ganze Klasse dieser Phänomene als Mengen der einzelnen Elemente darstellen lässt. Die Eindeutigkeit und Unwidersprüchlichkeit des festgehaltenen Wissens setzt voraus, dass sich die Wissenschaft auf wahrheitsfunktionale Aussagen zu beschränken hat; normative und metaphysische Aussagen werden als wissenschaftlich nicht begründbar auszuklammern versucht. Diese Ein- oder Ansichten führen letzten Endes zum Schluss, dass sich die Sozialwissenschaften (ungeachtet der keineswegs geleugneten Unterschiede) den Naturwissenschaften inbezug auf die methodischen Standards anzupassen haben (vgl. dazu z.B. NARR 1969, S.45ff., OPP 1970 B, S.19ff., RITSERT und BECKER 1971, S.13-26, SAVIGNY 1970, SEIFFERT 1968, S.16, STEGMUELLER 1965, S.346ff. und S.429ff.).

Wir sehen es nicht als unsere Aufgabe an, diese Auffassungen hier einer kritischen Würdigung zu unterziehen. Die wesentlichen Argumente sind von kompetenter Seite bereits publiziert worden und können beispielsweise in den Schriften der eben zitierten Autoren eingesehen werden.

Für die Problemstellung dieser Arbeit ist es weder erforderlich noch wünschenswert, eine wissenschaftstheoretische Grundsatzdiskussion zu führen und dadurch eine eindeutige wissenschaftstheoretische Basis für weitere Argumentationen festzumachen. Damit würde ja eine Definition von "Theorie" und somit auch bereits wesentliche Bausteine einer Definition von "soziologischer Theorie" geliefert, wodurch die Frage nach dem Nutzen einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik durch eine voreilige Definition von "soziologischer Theorie" der Analyse teilweise entzogen würde.

Nachgetragen sei, dass die Gruppe der oben angesprochenen Vertreter einer Mathematischen Soziologie nicht die einzige ist, welche die Verbindung von Soziologie mit Mathematik als positiv beurteilt: "Die Möglichkeiten zur Anwendung der Mathematik in der Gesellschaftswissenschaft sind unbegrenzt." Mit dieser Aussage leitet beispielsweise der ostdeutsche Marxist Rainer THIEL (1967, S.V) eine über 600 Seiten starke Arbeit über den "heuristischen Gebrauch mathematischer Begriffe in Analyse und Prognose gesellschaftlicher Prozesse" ein. Und weiter heisst es bei THIEL (1967, S.139): "Es gibt kein Feld menschlichen Handelns, kein Sachgebiet, dessen Probleme nicht in der Sprache der Mathematik beschreibbar wären. Insofern sind fast alle publizierten Spekulationen über die Grenzen der Mathematik falsch. Jede Wissenschaft kann ein solches Stadium der Reife erreichen, dass mathematische Formulierungen zur adäquaten Form dessen werden, was sie aussagen will, zur sprachlichen Hülle der Gedanken, die diese Wissenschaft bilden." Diese Einschätzung der Rolle der Mathematik kann THIEL offensichtlich auf MARX selbst abstützen, schreibt doch Paul LAFARGUE (1953, S.155) über MARX: "In der höheren Mathematik fand er die dialektische Bewegung in ihrer logischsten und zugleich einfachsten Form wieder; seiner Meinung nach war auch eine Wissenschaft erst dann wirklich entwickelt, wenn sie dahin gelangt war, sich der Mathematik zu bedienen" (vgl. zur Einschätzung der Mathematik durch MARX auch ZELENY 1968, S.159-164 sowie S.141 und S.145). Gerade THIEL betrachtet die Verbindung von Gesellschaftswissenschaft und

Mathematik im allgemeinen nicht völlig unreflektiert als blosse Selbstverständlichkeit. Deshalb können wir ihn (und andere Befürworter einer Mathematisierung der Soziologie) im Augenblick beiseite lassen und uns wiederum der Gruppe der Mathematischen Soziologen zuwenden.

Was wir nun zu untersuchen haben, ist die Frage, inwiefern die behauptete Kongruenz zwischen mathematischer Sprache einerseits sowie dem gesetzten Erkenntnisziel und der postulierten Erkenntnismethode andererseits tatsächlich zutrifft, inwiefern FRAISSE (1967, S.5) recht hat in der Meinung, dass letztere "automatisch" die Verwendung der mathematischen Sprache verlangen. Zu diesem Zwecke müssen wir abklären, ob die Vorstellungen der Mathematischen Soziologen von der Mathematik den Tatsachen entsprechen.

Dazu ist vorläufig festzuhalten (detailliertere Untersuchungen werden in den nachfolgenden Kapiteln unternommen), dass die Vorstellungen der Mathematischen Soziologen von der Mathematik sich mit jenen der Mathematiker nur teilweise decken. Namentlich die Rede von der Exaktheit der mathematischen Sprache schlechthin wird dem Mathematiker weniger schnell und jedenfalls nicht ohne Einschränkungen und Präzisierungen über die Lippen gehen als dem Mathematischen Soziologen, und das Problem der Begründung der Mathematik wird vom Mathematiker als solches erkannt.

Der Grundlagenstreit innerhalb der Mathematik und insbesondere auch das Auftreten von Antinomien innerhalb der Mathematik hat deutlich gezeigt, dass die Mathematik, die wie etwa bei KANT (vgl. dazu z.B. GUDENATZ 1897) bislang für einen unerschütterlichen Felsen des unanfechtbaren Wissens gehalten wurde, für den Mathematiker schon lange nicht mehr diesen Hort der ungefragten Sicherheit darstellt (vgl. dazu z.B. STEGMUELLER 1965, S.434ff.). Das führte zu der von FREY (1967, S.79) festgehaltenen Folgerung, "dass für alle Rechenarten und mathematischen Operationen immer ihre empirische Rechtfertigung gegeben werden muss", dass die Affinität zwischen mathematischer Transformation und der Wirklichkeit vom Soziologen stets kritisch evaluiert werden muss (MASLOW 1970, S.359).

Einige illustrative Beispiele: Das der (zweiwertigen) Logik und damit auch der traditionellen Mathematik zugrundeliegende Prinzip vom "ausgeschlossenen Dritten", das besagt, dass jedes Urteil wahr oder falsch sein müsse, wurde auf der einen Seite von Mathematikern (namentlich von BROUWER und seiner intuitionistischen Schule) aufgegeben, und auf der anderen Seite wurde es in den empirischen Wissenschaften zum Problem. Ist z.B. der Satz "dass das Licht aus dem Teilchenverhalten zu erklären ist, wahr oder falsch? Er ist in manchen Zusammenhängen wahr, in anderen falsch (z.B. beim Phänomen der Beugung, wo das Licht Wellen- und kein Teilchenverhalten aufweist)" (PHILLIPS 1970, S.376-377). Und auch in der Quantentheorie hat dieser Satz (und andere Sätze der klassischen Logik) eine nur eingeschränkte Gültigkeit.

Deshalb haben RUSSELL und WHITEHEAD (1910-1913) auch die Forderung formuliert, dass die Logik nicht mehr als die Theorie des "Selbstverständlichen", sondern als eine axiomatische Theorie verstanden werden soll (LOEFFEL 1971, S.833). Wie wenig die Mathematik als eine Disziplin angesehen werden darf, welche sich mit augenscheinlichen Selbstverständlichkeiten befasst, zeigten ja auch bereits die Arbeiten des russischen Mathematikers LOBATSCHEWSKY, der die Existenz widerspruchsloser Geometrien aufzeigte, für welche das 5. Postulat von EUKLID nicht mehr gilt (nämlich das einleuchtende Postulat, dass es für jeden Punkt ausserhalb einer gegebenen Geraden genau eine zu ihr parallele Gerade gibt) (vgl. LOEFFEL 1971, S.832). Nicht unbeachtet dürfte auch die von LORENZEN (1969, S.99) angeführte Aussage des Mathematikers WEYL bleiben, wonach die moderne Infinitesimalrechnung ungeachtet ihrer nicht zu bestreitenden Erfolge "auf Sand gebaut" sei.

Sobald die Mathematik selbst diesen Nimbus der Selbstverständlichkeit verliert, muss die Frage nach ihrer Begründung für den Mathematiker in den Vordergrund treten. Wie wir weiter unten (im letzten Abschnitt dieses Kapitels) sehen werden, kann die Mathematik nicht bloss auf wahrheitsdefinite Aussagen beschränkt werden und ist somit schon an sich nicht notwendigerweise völlig

frei von jeglicher Metaphysik. Nach LORENZEN (1969, S.161) hat der Grundlagenstreit in der Mathematik gezeigt, "dass der Sinn von Formalismen nur gesichert werden kann, wenn man dazu auf unsere eigenen Konstruktionen (beginnend mit der Konstruktion der Zahlen) zurückgreift. Konstruktionen sind aber Handlungen. Diese müssen durch Konstruktionsvorschriften, also durch Normen festgelegt werden. Und Normen müssen gerechtfertigt werden: man muss zeigen, dass es besser ist, die Normen zu befolgen als sie nicht zu befolgen. Auch hier kommt man also letztlich auf das Moralische, d.h. auf die Frage nach dem Guten, d.h. nach dem Besseren oder Schlechteren." Diese Einsicht von LORENZEN, dass die Mathematik nicht jenseits der Frage nach ihrer Begründung steht und akzeptiert werden kann, dass sie vielmehr einer normativen Begründung bedarf, dürfte für manchen aufrechten Mathematischen Soziologen eine Erschütterung seiner Vorstellungen über die Mathematik bedeuten. Wenn die Mathematik selbst nicht mehr fraglos angenommen werden kann, muss folgerichtig auch die Rede von ihrer "Exaktheit" fragwürdig werden.

Abgesehen davon weiss der Mathematiker aber auch, dass von der (wie wir weiter noch belegen werden: relativen) Exaktheit der reinen Mathematik nicht schlankweg auf eine Exaktheit des mit empirischem Gehalt gefüllten Formalismus und auf die Adäquatheit seines Wirklichkeitsbezuges geschlossen werden darf. Dazu der Physiker André MERCIER (1969, S.120): "The positive sciences do not prove, only mathematics does; but if mathematics does so from axioms and with the help of long recognised means of demonstrations, it does not prove anything about the world of objective reality."

Jene Eigenschaften der mathematischen Sprache, welche sie für den Mathematischen Soziologen so penetrant als hoffähig qualifizieren, scheinen somit nicht a priori gegeben zu sein, sondern rufen vielmehr erst nach einer Analyse.

Schliesslich steht auch das Verhältnis der mathematischen Sprache als Kommunikationsträger zum kommunizierten Inhalt, den gesellschaftlichen Phänomenen, zur Diskussion. Spätestens seit WHORF (1963, S.54) ist ja durchaus bekannt, dass hinter unserer verbalen Umgangssprache bestimmte ontologische Annahmen stehen. Die Mathematischen Soziologen schätzen nun die mathematische Sprache als eine "objektferne", der Alltagssprache besonders weit entrückte Ausdrucksform, als blosse Form ohne Inhalt, die eine weitestgehende Neutralität des Kommunikationsträgers inbezug auf den Kommunikationsinhalt gewährleistet und damit die sprachliche Darstellung insofern als "objektiv" erscheinen lässt (LOEFFEL 1971, S.840), als die mathematische Sprache in den Inhalt der Aussage keine latenten Inhalte hinein projeziert: "In Wahrheit verhält sich die Mathematik gegenüber jeder Wirklichkeitsstruktur neutral. Irgendein inhaltliches, sachfremdes Element kann durch sie in keine Wissenschaft hineingetragen werden" (THIEMEYER 1969, S.96). "Durch den Gebrauch der Mathematik werden also keineswegs sachfremde Elemente in eine mathematisch behandelte Sozialwissenschaft hineingetragen ..." (MORGENSTERN, 1965, S.320).

Damit wird allerdings die Tatsache übergangen, dass auch die Mathematik historisch gewachsen und somit in enger und steter Abhängigkeit von den geschichtlichen Gegebenheiten sich entwickelt und verfestigt hat, dass auch sie nur als ein soziales Phänomen zu verstehen ist.

Die wesentlichen Zusammenhänge zwischen Gesellschaftsstruktur und Mathematik in Geschichte und Gegenwart hat Gerhard FREY (1967) eindrücklich beschrieben (weitere Hinweise finden sich auch bei KLUEVER 1972, S.88). So zeigte er beispielsweise, "... dass in jenen Frühzeiten, in denen die Reflexion noch eine geringe Rolle spielte, die Entstehung der Mathematik und ihre Anwendung auf die uns umgebende Wirklichkeit noch eng verbunden waren" (S.12), dass etwa die Entstehung der Zahlen eng mit der Herausbildung des Privateigentums verkettet gewesen sei (S.7), und dass trotz des seit den Griechen während Jahrhunderten vorherrschenden platonischen Denkens die Mathematik stets immer wieder erneute Anstösse von "aussen" erhalten hat (wie z.B. die auf eine Theorie der Glücks-

spiele zurückgehende Entwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie dokumentiert). Wie direkt konkrete Bedürfnisse die Entwicklung der Mathematik auch in neuester Zeit beeinflusst haben, illustriert etwa auch die Herausbildung der Techniken des Operations Research während dem zweiten Weltkrieg in England.

Es dürfte kaum unmittelbar einzusehen sein, warum die als historisches Produkt verstandene mathematische Sprache sich ihrem kommunizierten Inhalt gegenüber gleichgültig verhalten sollte. Der Zusammenhang zwischen Inhalt und sprachlich-mathematischer Form wäre daher zu problematisieren (vgl. dazu auch GUT 1971, S.57 und zum allgemeinen Problem ZELENY 1968, S.154ff.). In den Naturwissenschaften ist diese Einsicht jedenfalls seit der HEISENBERGschen (1955, S.21) "Unschärfenrelation", d.h. seit der Erkenntnis, dass der Zugriff der Methode ihren Gegenstand verändert und umgestaltet, dass sich die Methode also nicht mehr vom Gegenstand distanzieren kann, keineswegs unbekannt. So zeigte sich zum Beispiel, "that some purely physical assumptions of quantum mechanics could be dropped without affecting any empirical function of this theory, provided that the classical logic used in conventional presentation of quantum mechanics ... is replaced by an appropriately modified logical calculus of sentences" (MEHLBERG 1962, S.282).

Wir folgern deshalb bereits aus diesen vorläufigen Einsichten, dass die Verbindung von Soziologie mit Mathematik als Selbstverständlichkeit selbst dann als ein voreiliger, weil auf unzutreffenden Annahmen über die Mathematik basierenden Schluss anzusehen ist, wenn die angeführten Postulate aus der "analytischen Wissenschaftstheorie" akzeptiert werden. Diese Postulate verweisen eben gerade nicht auf eine automatische Verwendung der Mathematik in der Soziologie, wie dies FRAISSE (1967, S.5) fälschlicherweise behauptet hat. Weder die Mathematik an sich, noch ihre Anwendung in einer "Realwissenschaft" können unbesehen als selbstverständlich und damit als problemlos angesehen werden. Dies hat ADORNO (1969, S.13) deutlich gesehen, wenn sich seine Feststellung eines Widerspruches auch nicht an alle Mathematischen Soziologen richtet: "Nicht lässt sich sowohl der absolute Vorrang der Einzel-

gegebenheit vor den 'Ideen' verfechten wie die absolute Eigenständigkeit eines rein idealen Bereichs, eben des mathematischen, festhalten. Solange gleichviel wie variiert, das Berkleysche esse est percipi konserviert wird, ist uneinsichtig, woher der Geltungsbereich der formalen Disziplin rührt, der in keinem Sinnlichen sein Fundament hat."

Diese Folgerungen liefern uns einen ersten Eckpfeiler für die Begründung der Berechtigung unserer Arbeit.

DIE VERBINDUNG VON SOZIOLOGIE MIT MATHEMATIK ALS AERGERNIS:

> "Man braucht wirklich nicht viel darüber zu reden, es ist den meisten Menschen heute ohnehin klar, dass die Mathematik wie ein Dämon in alle Anwendungen unseres Lebens gefahren ist. Vielleicht glauben nicht alle diese Menschen an die Geschichte vom Teufel, dem man seine Seele verkaufen kann; aber alle Leute, die von der Seele etwas verstehen müssen, weil sie als Geistliche, Historiker und Künstler gute Einkünfte daraus beziehen, bezeugen es, dass sie von der Mathematik ruiniert worden sei und dass die Mathematik die Quelle eines bösen Verstandes bilde, der den Menschen zwar zum Herrn der Erde, aber zum Sklaven der Maschine mache. Die innere Dürre, die ungeheuerliche Mischung von Schärfe im Einzelnen und Gleichgültigkeit im Ganzen, das ungeheure Verlassensein des Menschen in einer Wüste von Einzelheiten, seine Unruhe, Bosheit, Herzensgleichgültigkeit ohnegleichen, Geldsucht, Kälte und Gewalttätigkeit, wie sie unsere Zeit kennzeichnen, sollen nach diesen Berichten einzig und allein die Folge der Verluste sein, die ein logisch scharfes Denken der Seele zufügt. Und so hat es auch schon damals, als Ulrich Mathematiker wurde, Leute gegeben, die den Zusammenbruch der europäischen Kultur voraussagten, weil kein Glaube, keine Liebe, keine Einfalt, keine Güte mehr im Menschen wohne, und bezeichnenderweise sind sie alle in ihrer Jugend- und Schulzeit schlechte Mathematiker gewesen. Damit war später für sie bewiesen, dass die Mathematik, Mutter der exakten Naturwissenschaft, Grossmutter der Technik, auch Erzmutter jenes Geistes ist, aus dem schliesslich Giftgase und Kampfflieger aufgestiegen sind."
>
> (Robert MUSIL, Der Mann ohne Eigenschaften, 1. Teil, Kapitel 11)

Die Verbindung von Soziologie mit Mathematik als ein Aergernis zu empfinden, kann verschiedene Ursachen haben und unterschiedlich begründet werden. Nicht selten schwingt auch bei ernsthaften Kritiken an dieser Verbindung das Aergernis des schlechten Mathematikschülers mit, das MUSIL im einleitend vorangestellten Zitat so sarkastisch beschrieben hat. Sachliche Kritik und persönliches Unbehagen steigern sich so oft zur aggressiven Polemik, und leicht kann in der Folge auch die sachliche Kritik als Polemik diffamiert werden.

Zweifellos haben wir uns hier jedoch nicht mit einer Motivationsanalyse der die Verbindung von Soziologie mit Mathematik als Aergernis empfindenden Soziologen zu befassen, wohl aber mit den Begründungen dieser Kritik. Diese Begründungen können auf unterschiedlichen wissenschaftstheoretischen Prämissen basieren. Das sich jeweilen daraus herauskristallisierende "Aergernis" über diese Verbindung stellt den kleinsten gemeinsamen Nenner der Kritik dar - der Titel dieses Abschnittes ist somit keineswegs aus der Luft gegriffen.

Als eigentliches Aergernis kann sich dem Soziologen die Mathematik in der Soziologie darstellen, wenn er sein Urteil (1) ausschliesslich an der bisherigen Praxis der Mathematischen Soziologie, an den vorhandenen und explizit ausformulierten Ansätzen orientiert, wenn er (2) ein bestimmtes Verständnis von Mathematik an einem bestimmten Verständnis von "soziologischer Theorie" misst, oder wenn er (3) über die gesellschaftlichen Konsequenzen der Mathematischen Soziologie reflektiert. Wir wenden uns im folgenden diesen drei Ebenen der Kritik nacheinander zu.

Die Mathematik in der Soziologie kann leicht als Aergernis empfunden werden, wenn die intellektuelle Leistung des Mathematischen Soziologen als irrelevant beiseite geschoben, und nur die Beiträge der Mathematischen Soziologie an unser Wissen um die Gesellschaft beurteilt werden.

Es fällt dann auf, dass diese Beiträge oft kaum mehr als Trivialitäten ausdrücken (HOLLAND und STEUER 1969, S.3, KEMENY und SNELL 1962, S.7), dass die gewonnene Präzision mit dem Preis einer durch Uebervereinfachungen entstandenen eklatanten Wirklichkeitsferne bezahlt wurde (MAYNTZ 1967, S.28, SHUBIK 1965, S.13), dass die Produktion der Mathematischen Soziologie im Rahmen der Soziologie insgesamt kaum anders als anarchisch bezeichnet werden kann (BOUDON 1967, S.17). Es ist eben "verhältnismässig leicht, in kurzer Zeit einfache kleine mathematische Modelle über verschiedene Teilbereiche des menschlichen Lebens zu entwerfen. Es ist aber nicht so leicht zu zeigen, dass die Modelle

relevant sind, und es ist noch weniger leicht nachzuweisen, dass sie richtig sind" (SHUBIK 1965, S.79).

Aufwand und Ertrag der Mathematischen Soziologie scheinen somit in einem wenig günstigen Verhältnis zueinander zu stehen: "The recent investment in the mathematical models area has generated little of new theory or knowledge, and the arguments for using mathematical models to generate theories appear to have little merit" (BORGAETTA 1969, S.xi). Selbst vehemente Vertreter einer Mathematischen Soziologie sehen sich zuweilen zu ernüchternden Feststellungen gezwungen: "It is conceivable that mathematical models are of only limited applications in social sciences ..." (McGINNIS 1965, S.xi). "It is undoubtedly true that the involvement of mathematics at a very early stage does tend to make the analysis sterile of the study trivial" (MAPES 1971, S.72; vgl. auch RASHEVSKY 1947, S.iii-xi und 1950, S.iii-ix). Eine allerdings keineswegs grosse Zahl von Vertretern der Mathematischen Soziologie ist sich über den sehr begrenzten Erfolg ihrer Bemühungen im klaren. Häufiger zeichnet die Mathematischen Soziologen jene selbstsichere Naivität aus, die uns nicht wenig an den Knaben Colombin in einer der "Kindergeschichten" von Peter BICHSEL (1969, S.44) erinnert, der auf die Frage des Königs, was er denn zu werden gedenke, zur Antwort gibt: "Ich will nichts werden, ich bin schon etwas, ich bin Colombin."

Das auf diesen Einsichten gründende Unbehagen an der Mathematischen Soziologie entwickelt sich spätestens dann zum unverhohlenen Aergernis, wenn deutlich wird, mit welcher Arroganz der Einsatz der Mathematik in der Soziologie zuweilen angepriesen und die Ergebnisse dieser Aktivitäten mystifiziert werden (HOLLAND und STEUER 1969, S.4), dies ungeachtet der Tatsache, dass eine grosse Anzahl der mathematischen Ansätze nie angewendet worden sind (BOUDON 1967, S.17), oder sogar überhaupt nicht zu diesem Zwecke entworfen wurden (vgl. z.B. MARCH 1957, S.202-226), und dass die Meinungen über den Wert der übrigen Ansätze jedenfalls divergieren. Diese Arroganz wird treffend durch den Sachverhalt

illustriert, dass MAPES (1971, S.9-10) die Einsicht, die Mathematik könne ebenso naiv sein wie die verbale Sprache als Eingeständnis formuliert.

Die mangelnde Bereitschaft der Mathematischen Soziologen zur selbstkritischen Evaluation ihrer Aktivitäten muss darauf zurückgeführt werden, dass bei ihnen das Interesse am mathematischen Ansatz jenes am gesellschaftlichen Problem offensichtlich verdrängt hat: "The model itself becomes a soul-satisfying, plausible, and conceptually elegant end product" (MASSARIK 1965, S.17). "Sometimes the very complexity and sophistication of the type of mathematics utilized is seen as self-justifying" (PHILLIPS 1966, S.306). "Unfortunately, some of this mathematical apparatus reveals a form of scholary exhibitionism, and mathematics is occasionally used for elegance of window-dressing" (CHARLESWORTH 1967, S.6). "The suspiction arises that those who build models have little knowledge of or interest in empirical research. Perhaps they feel that their mathematical contributions are the truly creative work, that the drudgery of fact-grubbing can be related to lesser scribes" (HACKER 1967, S.136), und das Ergebnis ist dann: "bad theory with a mathematical passport" (SCHWARTZ 1962, S.358). Kein Wunder, wenn bei dieser Haltung der von ALKER (1965, S.146) erwartete stete Dialog zwischen den Vertretern mathematischer und nicht-mathematischer Ansätze ausbleibt.

Diese kritischen Einsichten sind jedoch ungeachtet ihrer faktischen Relevanz keineswegs grundsätzlicher Natur, vermögen doch die beobachteten Fehlleistungen der Mathematischen Soziologie nichts darüber auszusagen, was eine mathematisierte Soziologie leisten könnte. Von den ausformulierten Ansätzen in der Soziologie darf nicht schlankweg auf die Potentialität derselben geschlossen werden. Auch wenn eine spezielle mathematische Sprache (selbst wenn sie unendliche Mannigfaltigkeiten umfasst) im Gegensatz zur verbalen in sich geschlossen ist, nicht nur was ihr Vokabular, sondern auch was ihre grammatikalischen Strukturen betrifft, so ist doch die Mathematik als Ganzes offen.

Dass der Mathematik in der Tat ein riesiges und noch in keiner Weise realisiertes Potential innewohnt, haben beispielsweise die Vorschläge zu einer "operativen Mathematik" von LORENZEN (1969, vgl. S.93) gezeigt. Ebenso bedeutsam ist in diesem Zusammenhang die wichtige, von FINSLER (1926) bereits vorweggenommene Arbeit von GOEDEL "Ueber formal unentscheidbare Sätze der principia mathematica und verwandter Systeme", die zeigte, "dass in jeder mathematischen Theorie von hinreichender Ausdrucksfähigkeit Sätze formuliert werden können, die in dieser Theorie nicht beweisbar sind. CHURCH konstruierte ein Problem, das mit keiner der bis heute vorstellbaren mathematischen Ueberlegungen entschieden werden kann. Im Grunde genommen besagen die Resultate von GOEDEL und CHURCH, dass jedes Entwicklungsstadium der Mathematik über sich hinausweist und zur weiteren Entwicklung antreibt. Diese Resultate können daher vom philosophischen Standpunkt aus als heuristischer Hinweis auf die Grenzenlosigkeit in der Entwicklung der Mathematik aufgefasst werden" (THIEL 1967, S.552-553). Aber auch für die Mathematisierung eines Erfahrungsbereiches gibt es keine prinzipielle Grenze: Der noch unmathematisierte Rest einer mathematischen Darstellung kann stets erneut einer Mathematisierung unterworfen werden. "Prinzipiell ist kein Grund einzusehen, warum dieses Verfahren jemels ein Ende nehmen sollte ..." (FREY 1967, S. 120-121). Abgesehen von der Potentialität der Mathematik an sich darf auch nicht übersehen werden, dass diese bis vor kurzem im wesentlichen auf die Naturwissenschaften ausgerichtet gewesen war, und die noch nicht realisierten Potentialitäten der Mathematik gerade deshalb für die Soziologie relevant sein könnten.

Die zweite Ursache für das Aergernis "Mathematische Soziologie" ist grundsätzlicher Natur. Das Aergernis drückt sich aus in der Meinung, dass die Nützlichkeit einer mathematischen Formulierung inbezug auf ein bestimmtes (von jenem der Mathematischen Soziologie abweichendes) Theorieverständnis kategorisch zu verneinen sei. In einigen Fällen basiert die vermeintliche Inkongruenz zwischen Mathematik und Soziologie allerdings auf blossen Fehlinformationen über die Mathematik.

Paradebeispiel dafür ist die Tatsache, dass sich erstaunlicherweise noch immer die Meinung gehalten hat, die Mathematik sei auf den Bereich des Quantitativen begrenzt (z.B. ATTESLANDER 1971, S.191, ETZIONI 1956, RAPOPORT 1958), obwohl bereits BOLZANO (1804 und 1810) die Unrichtigkeit dieser Zuordnung gezeigt hatte, obwohl doch auch in der Soziologie bereits mathematische Ansätze verwendet werden, die sich recht anschaulich als "qualitative" Mathematik präsentieren (z.B. Mengenlehre, Gruppentheorie, Theorie der Graphen etc.), und obwohl die Mathematik von den Mathematikern selbst heute eher als eine qualitative denn eine quantitative Disziplin angesehen wird (BOURBAKI 1961, S.166). Da sich die Mathematik mit Beziehungen und Strukturen befasst, könnte nachgerade gesagt werden: "Sie befasst sich gerade mit dem, was in Wahrheit die Qualität (die 'konkrete Natur') der Dinge ausmacht" (THIEL 1967, S.235; vgl. dazu im einzelnen unser drittes Kapitel).

Auf weitere Fehlurteile über die Mathematik, wie etwa auf das von HOLLAND und STEUER (1969, S.2) erwähnte Argument, dass sich die Soziologie auch mit dem irrationalen Verhalten befasse, die Mathematik aber nur auf rationales Verhalten angewendet werden könne, oder auch, dass die Mathematik sich auf normative Aussagen nicht anwenden lasse, brauchen wir hier nicht ausführlich einzugehen. Diese Urteile werden augenscheinlich durch die Existenz der mathematischen Theorie der Spiele widerlegt, welche explizit eine normative Theorie darstellt (vgl. z.B. SHUBIK 1965, S.28-29) und auch irrationales Verhalten einbezieht (vgl. z.B. SELTEN 1971, S.287), letzteres auch durch die "deontische Logik" (von WRIGHT 1951), welche mit verschiedenen Modi der Verpflichtung arbeitet.

Nicht so schnell zu widerlegen sind dagegen jene Ueberlegungen, mit welchen begründet wird, die implizit oder explizit als Potentialität verstandene mathematische Sprache sei ihrem Gegenstand prinzipiell nicht adäquat, eine Meinung, die u.a. auch von BERGSON (1949) inbezug auf die Psychologie vertreten wurde.

Diese Kritik wirkt am plausibelsten auf dem Hintergrund des Theorie- und Gesellschaftsverständnisses jener Soziologen, welche wir mit SEIFFERT (1968, S.16) als Anhänger der historisch-hermeneutischen und mit NARR (1969, S.67ff.) der historisch-dialektischen Theorieauffassung bezeichnen können. Wir verzichten auch hier auf eine Darstellung dieser Ansätze (vgl. dazu NARR 1969, S.67ff., RITSERT und BECKER 1971, S.32ff.) und beschränken uns auf eine knappe Diskussion jener Aspekte, welche für die Problematik einer Mathematisierung der Soziologie im Vordergrund stehen. Als zentrale Stichworte wären jedenfalls die Begriffe der "Geschichtlichkeit", der "Widersprüchlichkeit" und der "Totalität" der Gesellschaft einzuführen. Um nicht bloss bei Stichworten zu verbleiben, übernehmen wir im folgenden eine längere Passage von NARR (1969, S.68):

"Totalität besteht darin, dass die Objektivität sozialer Welt sich geschichtlich zunehmend als eine durch die Subjekte geschaffene menschliche oder auch unmenschliche Welt darstellt. Die Chance zur Aenderung ist durch den unabgeschlossenen, geschichtlichen Charakter der Gesellschaft gegeben. Die gesellschaftlichen Widersprüche selbst halten die Wandlung dauernd im Gang. Der Mensch erweist seinen Charakter gerade darin, dass er nicht völlig festgelegt ist.

Dialektische Theorie versteht die jeweils bestehende Gesellschaft als ein Ganzes, dessen Teile nur im Zusammenhang mit dem gesellschaftlichen Ganzen verstanden werden können. Sie versucht das Bewegungsgesetz dieser geschichtlichen Totalität zu begreifen ... Hat die dialektische Theorie in der Bewegung ihren Nerv, so hat sie in der Geschichtlichkeit die Ursache der Bewegung, die durch die bestehenden Widersprüche ermöglicht wird ... Geschichtlichkeit heisst zunächst nichts anderes als das Bestehen von Widersprüchen zwischen Wesen und Erscheinung, Ganzem und Einzelnem, Allgemeinem und Besonderem usw. Geschichtlichkeit heisst darüber hinaus, dass man das jeweilige Resultat nur begreifen kann durch die Betrachtung der Genese des Entstehungszusammenhangs, der Prozessgeschichte, die zu diesem Ergebnis führte. Geschichtlichkeit heisst weiter, dass es kein abgeschlossenes Resultat gibt, so-

lange sich noch Widersprüche entdecken lassen ..." Folgerichtig muss dann auch das Ideal allgemeiner sozialer Gesetze abgelehnt werden (RITSERT und BECKER 1971, S.39).

Auf diesem Hintergrund werden die Kritiken verständlich, welche beispielsweise LUETHI und MAYNTZ vorgetragen haben. LUETHI (1969, S.981) beklagt, dass die "Zerlegung des Komplexen in das Einfache und die Reduktion des Lebenden auf das Mechanische ... als methodologischer Sachzwang des mathematischen Analysierbarmachens überall im Gang" sei und meint, "die Voraussetzung dieser Form exakten Denkens ... (sei) ein meist völlig unreflektierter Optimismus inbezug auf die Beständigkeit der Ordnungsstrukturen ..." (S.983). Renate MAYNTZ (1967, S.31) hält fest: "Formale Modelle sind geschichtslos und klammern alles, was schöpferisch und daher nicht voraussagbar ist, aus. Modelle sind, im Gegensatz zur Wirklichkeit, geschlossene Systeme. Die Variablen formaler Modelle können wohl ihre Werte, nicht aber ihre Eigenart ändern, und die einmal formulierten Abhängigkeiten erscheinen als zeitlos naturgesetzlicher Art, während sie doch vermittelt und veränderlich sein können. Das aber, was die Variablen in ihrem Sosein an dahinter stehender gesellschaftlicher Realität manifestieren, bleibt ausserhalb des Modells. Dieser prinzipielle Einwand scheint unwiderlegbar."

Die Frage ist, ob (a) diese Einwände in der Tat unwiderlegbar sind, und ob (falls dies zutrifft) damit (b) die Verbindung von Soziologie mit Mathematik grundsätzlich abgelehnt werden muss. Auf das grundsätzliche Problem soziologischer Theorienbildung wollen wir auch an dieser Stelle nicht eintreten. Wir fragen uns lediglich, inwiefern die behauptete Inkongruenz zwischen Mathematik und den hier angesprochenen Verständnissen von soziologischer Theorie, die immer auch Verständnisse von Gesellschaft sind, in der Tat zutreffen.

Zunächst fällt auf, dass sich auch diese grundsätzlich gemeinten Argumente wohl primär an den explizit ausformulierten Ansätzen der Mathematischen Soziologie orientieren, welche ja tatsächlich

mit ganz wenigen Ausnahmen jeweilen nur ganz begrenzte soziologische Probleme in einer zudem sehr beschränkten Perspektive darstellen, die im allgemeinen nicht nur die historische Dimension völlig ausser acht, sondern sogar jede Dynamik vermissen lassen und sich methodisch der analytischen Wissenschaftstheorie verpflichtet fühlen.

Obwohl die Kritik wie gesagt auf das Grundsätzliche zielt, wird für die prinzipielle Inkongruenz zwischen der (nicht im einzelnen analysierten) Mathematik und der (tatsächlich mehr oder weniger explizit umschriebenen) postulierten Soziologie keine differenzierte Begründung gegeben. Wir kommen deshalb nicht darum herum, selbst eine Nachkonstruktion der möglichen Argumentationen zu versuchen. Es ist dabei (als Konsequenz der Eindimensionalität verbaler Argumentation) nicht zu vermeiden, dass einiges, das eigentlich zusammen gehörte, nach- und auseinander diskutiert wird.

Wie HABERMAS (1969 A, S.166) ausführt, "lassen sich bedingte und damit technisch brauchbare Voraussagen nur aus Theorien gewinnen, die sich auf isolierbare Felder und stationäre Zusammenhänge mit wiederkehrenden oder doch wiederholbaren Abläufen beziehen. Gesellschaftliche Systeme stehen aber in historischen Lebenszusammenhängen, sie gehören nicht zu den repetitiven Systemen, für die erfahrungswissenschaftlich triftige Aussagen möglich sind." Da sich nun die mathematische Sprache (so müsste weiter argumentiert werden) bloss für die Beschreibung derartiger ahistorischer Theorien mit erklärendem und/oder prognostizierendem Gehalt eignet, leistet sie für die z.B. von HABERMAS und NARR (vgl. oben) vertretene Soziologie keinen positiven Beitrag. Es kann nun gezeigt werden, dass die (von uns gesetzte) Prämisse dieser Aussage nicht richtig ist, kann doch die Mathematik durchaus auch auf singuläre (nicht repetitive) dynamische Prozesse angewendet werden. Der Einbezug der geschichtlichen Dimension kann entweder dadurch erfolgen, dass die Zeitdimension (wobei es sich keineswegs nur um die astronomische, sondern durchaus auch um eine soziale Zeit handeln kann) direkt eingeführt wird (vgl. dazu BOUDON 1967, Vierter Teil: L'Analyse des processus, S.255-409), oder indem

durch eine Umformulierung der historische Aspekt in den hinter der jetzigen Situation liegenden (und geschichtlich definierten) Zustand übergeführt wird (vgl. dazu FARARO 1969, S.87-88). Die Betrachtung der Geschichtlichkeit von Gesellschaft kann sich nun aber nach NARR (1969, S.68) nicht bloss auf die Beschreibung der Prozessgeschichte beschränken (welche, wie wir angetönt haben, durchaus mathematisch formuliert werden kann; vgl. dazu auch MERCIER 1969, S.25), sondern muss auch die Existenz der dafür verantwortlichen gesellschaftlichen Widersprüche mithineinnehmen.

Zu fragen ist somit, ob die mathematische Sprache grundsätzlich für die Beschreibung gesellschaftlicher Widersprüche, die sich nicht auf solche der blossen Erkenntnis reduzieren lassen (vgl. dazu auch z.B. ADORNO 1969, S.32-33), ungeeignet sei. Spekulationen, welche zu einem diese Frage verneinenden Schluss gelangen, sind vorerst zur Kenntnis zu nehmen: "Die Unzulänglichkeit der Sprache für die Wiedergabe der reinen dialektischen Bewegung liess uns ... die Frage aufwerfen, ob denn die mathematische Sprache vielleicht ein besseres Ausdrucksmittel wäre ... So wäre das Mathematische als Ausgangspunkt und als ein Moment des Dialektischen anzusehen, wie umgekehrt die Dialektik nach der mathematischen Sprache strebend sie zu ihrer Aufgabe macht." Gerade in der Mathematik kann sich die Eigengesetzlichkeit des Gegenstandes "durch kein störendes Eingreifen der Reflexion, der Innenwendung gehindert, auswirken ... In diesem Sinne ist die Mathematik dann der strikteste Gegensatz der Reflexionswissenschaft, welches auch die Dialektik ist" (HEIMANN 1927, S.456; eine naivere Formulierung dieser Meinung findet sich auch bereits bei ENGELS 1968 B, S.113). Bei dieser Argumentation handelt es sich zwar bloss um spekulatives Denken, welchem im Rahmen des Marxismus eine eigentliche methodische Legitimationsfunktion zukommt (vgl. KLUEVER 1972, S.79). Als völlig unplausibel wird man sie dessen ungeachtet kaum bezeichnen können.

Dass der Widerspruch sich der mathematischen Behandlung nicht grundsätzlich entzieht (wohl aber die Dialektik als Methode der formalen Logik, was allerdings nichts gegen eine Verwendung der

mathematischen Sprache durch den Dialektiker aussagt; vgl. dazu BENSE 1950 und KLUEVER 1972, S.8), möchten wir noch mit einem handfesteren Beispiel belegen. Wie THIEL(1967, S.316)für die Theorie der Spiele zeigt, kann der Widerspruch gerade zum Gegenstand der mathematischen Analyse gemacht werden, indem "die mathematische Theorie der strategischen Spiele Spezifizierungen im Begriffe des Widerspruchs schafft, die in der Philosophie bisher gar nicht berücksichtigt worden sind, obwohl sie für das Verständnis des Antagonismus ... gar nicht entbehrt werden können".

Der Widerspruch, der "seinen erkennbaren Ort" in der "Sache" selbst hat (ADORNO 1969, S.23 und 129), kann somit nicht nur mathematisch formuliert, sondern mit Hilfe der Mathematik analysiert werden, ohne dass "das Erkenntnisideal der einstimmigen möglichst einfachen,mathematischen Erklärung" angestrebt würde, das ADORNO (1969, S.126) so vehement kritisiert, da die Mathematik nicht ausschliesslich für die Erklärung, sondern auch für die Beschreibung und die Analyse eingesetzt werden kann. Insofern die Verwendung der Mathematik allerdings Hand in Hand geht mit der sich aus der analytischen Wissenschaftstheorie herleitenden methodischen Reduktion auf Elemente, wird ADORNOS Kritik (1969, S.55) relevant, dass dadurch objektive Widersprüche eliminiert werden. Diese Kritik zielt jedoch auf den wissenschaftstheoretischen Ansatz und nicht auf die mathematische Sprache.

Die Argumentation schliesslich, die mathematische Sprache vermöge die Totalität (vgl. dazu auch SEIFFERT 1971, S.143-148) des gesellschaftlichen Gegenstandes nicht einzufangen, kann auf zweierlei Dinge zielen. Zunächst könnte damit gemeint sein, dass die Struktur der mathematischen Sprache ungeeignet sei, um komplexe Tatbestände, wie "die Abhängigkeit der Einzelerscheinung von der Totalität" (HABERMAS 1969 A, S.163) erfassen zu können (vgl. dazu auch SOROKIN 1966, S.102). Gerade die Knappheit der mathematischen Sprache lässt aber doch eher die Vermutung als richtig erscheinen, dass sich mit ihr möglicherweise ein Tatbestand höchster Komplexität beschreiben lässt, der sich einer verbalen Beschreibung entziehen könnte (vgl. dazu im einzelnen unser drittes Kapitel).

Sicher geht HABERMAS (1969 A, S.166-167) richtig, wenn er meint, dass sich "komplexere Zusammenhänge von hochgradiger Interdependenz ... den wissenschaftlich kontrollierten Eingriffen" entziehen. Das trifft keineswegs bloss auf die Sozialwissenschaften zu (MERCIER 1969, S.121). Weder mittels der mathematischen noch mittels der verbalen Sprache kann der Forderung nach einer "Verdoppelung der Welt durch die Literatur" (THIEL 1967, S.179) Genüge getan werden. "Jedes sprachliche Instrumentarium ... ist in bestimmter Weise selektiv, jeder Begriffsapparat einer Theorie enthält eine spezifische Perspektive, erfasst einen bestimmten Aspekt der Realität" (HOERNING 1970, S.49). In dieser Beziehung unterscheidet sich die mathematische Sprache allerdings nicht von der verbalen. Für die mathematische Sprache kann allerdings sogar der Nachweis erbracht werden, dass absolut vollständige mathematische Abbildungen nicht möglich sind (FREY 1967, S.94).

Ferner könnte auf das Unvermögen der Mathematik hingezielt werden, als "abstrakte" und ausdrucksarme Sprache (KLAUS und BUHR 1972, Band 3, S.1034) die Totalität nicht in ihrer Konkretheit erfassen zu können. Zu diesem Argument sind die Ueberlegungen von THIEL (1967, S.43-46) relevant, der mit MARX (1954, S.21) davon ausgeht, dass das Konkrete deshalb als konkret anzusehen ist, "weil es die Zusammenfassung vieler Bestimmungen ist". "Das Gedankenkonkretum ist die Reproduktion der realen Dinge, deren jedes ein Reich mannigfaltiger Beziehungen ist. Unsere Widerspiegelung ist abstrakt, wenn sie - statt die beziehungsreichen Einheiten der Realität begrifflich zu erfassen - sich mit dem sinnlichen Konterfei zufriedengibt ... 'Abstrahieren' ist nur der negative Ausdruck des Aufstiegs zur konkreten Widerspiegelung, das Abstrahieren selbst nur eine notwendige Begleiterscheinung dieses Prozesses" (THIEL 1967, S.44). "Das sogenannte Sinnliche aber erweist sich als das Abstrakte, und der Fortgang des Denkens ist der Aufstieg vom Abstrakten zum Konkreten ... Das mathematische Gesetz eines realen Sachverhalts ist daher im strengen Sinne konkret" (S.45). "Eben das Konkrete des Begriffs ist es, was im Beispiel zum grössten Teil verloren geht" (S.46). Es sind somit nicht "die stofflichen Aspekte der Gegenstände,

von denen die Mathematik abstrahiert", die allein oder vorwiegend als deren "konkrete Natur" anzusehen sind (S.246).

Es könnte gegen alle diese (vorläufig formulierten) Argumente allerdings eingewendet werden, die Potentialität der Mathematik, die gesellschaftliche Totalität als geschichtlich geronnene Widersprüche zu beschreiben, zu analysieren und Erklärungen darüber zu produzieren, könne der soziologischen Theorie nicht genügen. Das emanzipatorisch geleitete Erkenntnisinteresse müsse vielmehr im "Verstehen" dieser Tatbestände liegen.

Dazu ist zunächst davon auszugehen, dass "Erklären" und "Verstehen" wie auch HABERMAS (1969 B, S.261) betont hat, nicht als sich notwendigerweise ausschliessende Kategorien verstanden werden dürfen. Dann ist aber auch kaum einzusehen, warum eine erklärende Soziologie nicht auch Beiträge für eine hermeneutische Soziologie liefern könnte. Denn "wer zu verstehen sucht, wird dies besser können, wenn er alle Strukturen kennt" (FREY 1967, S.119). Mit der Beschreibung einer Struktur "liegt bereits eine Mathematisierung (vor), auch wenn keine explizit mathematisch-sprachlichen Mittel verwendet werden". Das Verstehen selbst aber "entzieht sich auf Grund seines passiven Charakters der Mathematisierung" (FREY 1967, S.119), die ein aktives Eingreifen in das zu untersuchende Phänomen bedingt. Das Verstehbare ist somit "nie vollkommen zurückführbar ... auf operativ-konstruktives Erklären" (FREY 1967, S.120). Das ist aber auch gar nicht erforderlich, wenn nicht postuliert wird, die Soziologie habe vollständig in einer mathematisierten Soziologie aufzugehen.

Aus dem erwähnten Defizit der mathematischen Sprache darf auch nicht abgeleitet werden, dass der Mathematik selbst jegliches hermeneutisches Denken fremd sei. Es sei nur an die von LORENZEN (1960, z.B. S.47f. und S.119) vertretene konstruktive Mathematik erinnert, die ja gerade den Vorteil hat, "dass der Mathematiker hier verstehen kann, was er tut (weil er die Gegenstände - philosophisch gesprochen - selber hervorbringt)" (vgl. dazu SEIFFERT 1971, S.31-32). RITSERT und BECKER (1971, S.11) sprechen in diesem Zusammenhang nicht zu Unrecht von quasi-hermeneutischen Ansätzen in der Mathematik.

Diese Kritik an der Kritik einer Verwendung der Mathematik in der Soziologie war zweifellos allzu summarisch und ritzte nur an der Oberfläche der kritischen Argumente. Immerhin zeigten unsere Bemerkungen, dass das Aergernis dieser Verbindung häufig mit Argumenten konstruiert wird, welche sich als nicht durchschlagend erweisen. Wesentlich an den angeführten skeptischen Aeusserungen scheint uns jedenfalls die Einsicht, dass sich diese Einwände im Grunde genommen nicht direkt gegen eine Mathematisierung der Soziologie richten, sondern (wie MAYNTZ 1967, S.31, zutreffend bemerkt) gegen eine bestimmte Art der Theorienbildung. Dass diese Art der Theorienbildung mit einer Mathematisierung der Soziologie unbesehen gleichgesetzt wird, darf angesichts der Praxis der Mathematischen Soziologen nicht erstaunen. Wir haben aber zu zeigen versucht, dass die Verwendung der Mathematik in der Soziologie keine bestimmte Art der Theorienbildung (vgl. dazu THIEL 1967, S.173) ebensowenig wie ein bestimmtes Gesellschaftsverständnis impliziert. Das Aergernis betrifft somit die Mathematische Soziologie, nicht aber notwendigerweise jede Verwendung der Mathematik in der Soziologie. Unbesehen davon, ob wir das Aergernis als solches anerkennen wollen oder nicht, kann festgehalten werden: es richtet sich im Grunde genommen an den falschen Adressaten.

An letzter Stelle haben wir die sich aus ihren gesellschaftlichen Konsequenzen herleitende Kritik an der Mathematischen Soziologie erwähnt: "Alles mathematische Raffinement der vorangetriebenen wissenschaftlichen Methodik zerstreut nicht den Verdacht, dass die Zurüstung von Wissenschaft zu einer Technik neben den anderen ihren eigenen Begriff unterhöhle" (ADORNO 1969, S.26).

Auch diese Kritik bezieht sich nicht direkt auf die Verbindung von Soziologie mit Mathematik, sondern auf eine bestimmte Art soziologischer Theorienbildung, die (wie wir gesehen haben) durch die Verwendung der Mathematik nicht bereits impliziert wird. Falls sich der Soziologe nicht im berühmten Elfenbeinturm seine Hände in der Unschuld wissenschaftlicher Akribie waschen will, kommt er jedoch nicht darum herum, auch über die gesellschaftli-

chen Konsequenzen seiner Tätigkeiten zu reflektieren, selbst wenn diesen Konsequenzen das Moment der Notwendigkeit abgeht. Wir werden diese Problematik vorläufig ausklammern und erst im Rahmen unseres abschliessenden Kapitels näher auf sie eintreten.

Aus unseren bisherigen Feststellungen (sie werden in den folgenden Kapiteln teilweise eingehender untersucht und präzisiert werden) folgern wird, dass die Bezeichnung der Verbindung von Soziologie mit Mathematik als "Aergernis" eine voreilige Etikettierung darstellt, deren Begründungen auf unvollständigen oder falschen Informationen über die Mathematik basieren und/oder das Kind mit dem Bade ausschütten, indem die Verwendung der Mathematik in der Soziologie mit einem bestimmten Theorie- und Gesellschaftsverständnis identifiziert wird. Auch wenn wir nicht immer explizit den Nachweis erbringen konnten, dass das Aergernis nicht jede mathematisierte Soziologie treffen muss, so haben wir doch gezeigt, dass jedenfalls auch keine stichhaltige Gegenargumentation vorliegt.

Diese Feststellungen liefern uns einen zweiten Eckpfeiler für die Begründung der Berechtigung unserer Arbeit.

DIE VERBINDUNG VON SOZIOLOGIE MIT MATHEMATIK ALS UNTERSUCHUNGS-GEGENSTAND:

"wo chiemte mer hi
wenn alli seite
wo chiemte mer hi
und niemer giengi
für einisch z'luege
wohi dass me chiem
we me gieng"

(Kurt MARTI, Rosa Loui)

Wenn wir uns die aus der Konfrontation der vorangehenden Abschnitte sich ergebenden Unstimmigkeiten, Unklarheiten und offenen Fragen vor Augen halten, scheint es zwingend zu sein, die Verbindung von Soziologie mit Mathematik am Ausgangspunkt unserer Ueberlegungen vorerst weder als Selbstverständlichkeit zu erklären, noch sie als ein Aergernis von uns zu weisen, sondern sie vielmehr möglichst unvoreingenommen zum Untersuchungsgegenstand unserer Arbeit zu erheben.

Wie wir bereits angetönt haben, wollen wir uns nicht auf eine bestimmte Weise festlegen, was hier unter Soziologie verstanden werden soll, damit die Analyse nicht durch eine unbesehen vorangestellte Definition voreilig beschnitten wird. "Soziologie" wird in dieser Arbeit somit als Oberbegriff für alle Soziologien verwendet. Die Ausdrücke "Theorie", "theoretische Aussage" und (auf die Soziologie bezogen) "soziologische Theorie" bzw. "soziologische Aussage" werden im folgenden als Synonyme behandelt. Sie sind abzugrenzen von "methodologischen Aussagen", welchen kein theoretisch-inhaltlicher (theoretisch-soziologischer), sondern ein metatheoretischer Stellenwert zukommt.

Die grundsätzliche Beurteilung der Verbindung von Soziologie mit Mathematik verlangt eigentlich ein Abstrahieren vom jetzigen Stand der soziologischen Theorienbildung. Wenn NARR (1969, S.36) die Meinung vertritt, es "sei eine eigenständige sozialwissenschaft-

liche Theorienbildung nötig und der Gebrauch der Mathematik verfrüht, nicht was ihre Hilfe bei der Erhebung der Daten und deren Korrelation anbelangt, wohl aber was ihre Rolle bei der theoretischen Formulierung und Interpretation betrifft", so weist uns das doch andererseits darauf hin, dass wir neben der grundsätzlichen Beurteilung dieser Verbindung auch stets die aktuelle Situation der soziologischen Theorienbildung im Auge behalten müssen.

Die Beurteilung dieser Verbindung auf dem Hintergrund des aktuellen Standes der soziologischen Theorie ist jedenfalls schwieriger als inbezug auf die moderne Physik, in der es sich gezeigt zu haben scheint, "dass unsere Umgangssprachen nicht in der Lage sind, alle unsere Erfahrungen hinreichend zu beschreiben" (FREY 1965, S.125), da ein notwendiger Zwang zur Verwendung mathematischer Formulierungen in der Soziologie kaum zu begründen ist. Wo in der Physik von einer "Notwendigkeit" die Rede ist, werden wir allenfalls den Ausdruck der "Zweckmässigkeit" zu verwenden haben.

Was die Mathematik betrifft, dürfen wir unsere Beurteilung nicht bloss an der bestehenden Mathematischen Soziologie, im Grunde genommen auch nicht lediglich an den bestehenden mathematischen Ansätzen orientieren. Die Entwicklung der Mathematik ist ja (darauf haben wir bereits im vorangehenden Abschnitt hingewiesen) keineswegs abgeschlossen. Als "Schemata möglicher Reflexionsstrukturen" (FREY 1965, S.106) ist die Mathematik traditionellerweise auf die Naturwissenschaften zugeschnitten und hatte im Verlaufe der letzten Jahrzehnte kaum genügend Zeit, um sich den andersartigen Problemlagen der Sozialwissenschaften anzupassen (FESTINGER 1965, S.343). Grundsätzlich wäre die Mathematik somit als eine Potentialität zu begreifen. Dies ist allerdings eine Forderung, die wir im einzelnen nicht werden realisieren können. Bereits eine Analyse der vergangenen Aktivitäten der Mathematiker überstiege die Möglichkeiten dieser Arbeit bei weitem, die Gefahr des Dilletantismus wäre allzu akut. Nicht zu Unrecht klagt William McPHEE (1963, S.6): "Social scientists raise all the wrong issues about mathematical theory."

Konsequent beschränken wir uns im folgenden in der Weise, dass wir die Mathematik unter dem instrumentellen Aspekt als Wissenschaftssprache betrachten werden, denn als solche tritt sie dem Sozialwissenschaftler ja entgegen (zur Definition von "Sprache" vgl. z.B. VERMEER 1971, S.34-41). Da wir uns in den folgenden Kapiteln mit dem Prozess der Theorienbildung befassen werden, wird die Mathematik primär unter dem Gesichtspunkt einer Theoriesprache und nicht unter jenem einer Beobachtungssprache zu beurteilen sein (vgl. zu dieser Unterscheidung z.B. RITSERT und BECKER 1971, S.19ff.).

Als Sprache kommt der Mathematik jene von FREY der Umgangssprache zugeschriebene Doppelfunktion des Kommunikations- und Denkinstrumentes zu. Diese beiden Aspekte sind natürlich nicht voneinander zu trennen, da "Gespräch und Denken untrennbar miteinander verbunden sind in der Reflexion" (FREY 1965, S.31); das Denken erfolgt stets in einer bestimmten Sprache, selbst wenn keine Wörter verwendet werden (WHORF 1963, S.52). Bereits aus der Sicht der beiden vorangehenden Abschnitte dieses Kapitels erhält die explizite Benennung (und damit Ausgliederung) der beiden zusammen gehörenden Aspekte ihre Bedeutung: Während jene Autoren, welche sich grundsätzlich positiv zu einer Mathematisierung der Soziologie stellen, offensichtlich im allgemeinen in erster Linie an die Potenz der Mathematik als Kommunikationsmittel denken, erscheint diese jenen anderen Autoren als Aergernis, welche unter anderem auf ihre Schwäche als Denkinstrument hinweisen. In der Tat war ja die traditionelle Verwendung der Mathematik in der Soziologie fast ausschliesslich darauf ausgerichtet, die besondere Stärke der Mathematik als Kommunikationsmittel zu fruktifizieren. Die wesentliche Feststellung FREYs hat für unsere Arbeit aber auch insofern eine grosse Bedeutung, als sie implizit den Aufbau unserer Arbeit mitbestimmen wird.

Mit dieser Verengung unseres Blickfeldes auf die mathematische Sprache möchten wir keineswegs implizieren, die Mathematik lasse sich auf die mathematische Sprache reduzieren. Jedenfalls in der Sicht von LORENZEN (1969) wäre die Mathematik vielmehr als eine

Tätigkeit aufzufassen, eine Ansicht, die gut mit dem von FREY (1967, S.13) und LORENZEN (1960, S.57ff.) referierten Faktum korreliert, am Anfang der griechischen Mathematik habe die Beschäftigung mit sogenannten "Spielsteinen" gestanden.

Wenn wir oben von der Vielfältigkeit und Heterogenität der Mathematik gesprochen haben (nicht von ungefähr wird im Englischen "Mathematik" als Pluralwort verwendet - "mathematics" -), dann wird einsichtig, dass man nicht präzise von der Mathematik sprechen kann. Es ist somit KAPLAN (1965, S.95) durchaus zuzustimmen: "Die Rolle der Mathematik in der neuen Sozialwissenschaft kann nicht auf eine allgemeine Weise erörtert werden: wie wir sehen werden, hängt alles davon ab, welche Art von Mathematik benutzt wird." Diese Einsicht werden wir in den nachfolgenden Kapiteln zu beherzigen haben und uns vor unzulässigen Verallgemeinerungen hüten.

Trotzdem ist nicht zu übersehen, dass es eine ganze Reihe von Eigenschaften gibt, welche die Mathematik als Sprache von der verbalen Sprache unterscheiden. Die Bedeutung der Kenntnis dieser speziellen Eigenschaften der mathematischen Sprache geht etwa aus der Formulierung von ALBERT (1965, S.126) hervor, die Wissenschaften könnten im Grunde genommen als "Sprachspiele" aufgefasst werden, und dass somit der "Zugang zur Realität ... durch einen speziellen Fall von Sprache" zur Diskussion steht (WHORF 1963,S.48). Wir beschränken uns im folgenden auf eine Diskussion jener Aspekte der mathematischen Sprache, welche diese von der verbalen unterscheiden und für die Verwendung der Mathematik in der Soziologie relevant sein können.

Vorerst wollen wir uns jedoch die drei Dimensionen der Information vergegenwärtigen, welche von SEIFFERT (1968, S.86) wie folgt umschrieben werden: "1. Die syntaktische Dimension hat es mit den Beziehungen zwischen den Zeichen untereinander zu tun ... 2. Die semantische Dimension hat es mit den Beziehungen zwischen den Zeichen und dem, wofür sie stehen, zu tun", also mit ihren Bedeutungen. "3. Die pragmatische Dimension hat es mit den Beziehungen

zwischen den Zeichen, dem wofür sie stehen, und dem, was dies für die beteiligten Personen ... als Handlungsaufforderung darstellt, zu tun."

Kennzeichnend für die mathematische Sprache ist nun, dass sie stets eine wahrheitsfunktionale und extensionale "Dingsprache" (RITSERT und BECKER 1971, S.21-24), eine "Objektsprache" (FREY 1967, S.142-143) darstellt, in welcher alle zugelassenen Grundzeichen, Formregeln, Definitionsregeln, Umformungs- oder Schlussregeln ausdrücklich angegeben sind (KLAUS und BUHR 1972, S.1034), und dass sie uns ausschliesslich in schriftlicher Form entgegentritt.

Mit den Ausdrücken "Objekt-" und "Dingsprache" ist zunächst gemeint, dass in der Mathematik ausschliesslich deskriptive Modi verwendet werden. Nicht zufälligerweise spricht man ja stets von mathematischen "Aussagen". Um die Charakterisierung der mathematischen Sprache durch die Ausdrücke "wahrheitsfunktional" und "extensional" zu verstehen, halten wir uns an FREY (1965, S.46), der die Extension oder den Umfang eines Begriffes als die Menge oder Klasse aller (logischen) Individuen definiert, welche unter diesen Begriff fallen. Die denkbaren Extremfälle werden mit "universaler Extension" und "leerer Extension" bezeichnet (je nachdem bezieht sich der Begriff auf eine universale oder leere Klasse). Von einer extensionalen Sprache ist nun die Rede, "wenn der Wahrheitswert einer Aussage nur von der Extension aller seiner Bestandteile abhängt. D.h. insbesondere, dass für jeden Teil einer Aussage ein anderer Ausdruck gleicher Extension gesetzt werden kann, ohne dass sich der Wahrheitswert ändert" (FREY 1965, S.47). Die Wahrheit eines wahrheitsfunktional formulierten Satzes (oder besser: die Wahrheitswerte "wahr" oder "falsch") ergibt sich jeweilen als Funktion der Wahrheitswerte seiner elementaren Satzbestandteile.

Mit dieser knappen Charakterisierung der mathematischen Sprache dürfte noch kaum klar geworden sein, welche konkreten Konsequenzen eine Verwendung der mathematischen Sprache in der Soziologie

mit sich bringt. Wir beginnen unsere diesbezüglichen Ueberlegungen auf der syntaktisch-semantischen Ebene.

1. Ein mathematisches Symbol oder ein Symbolkomplex erhält seine immanente semantische Bedeutung zunächst als Element des mathematischen Sprachansatzes, zu welchem es gehört. Durch die Anwendung dieses Ansatzes auf soziologische Fragestellungen werden die Zeichen mit soziologisch relevantem Inhalt gefüllt. Die Anwendung der mathematischen Sprache auf die Soziologie erfordert somit eine Interpretation der mathematischen Ausdrücke in verbaler Sprache. Das bedeutet, dass bei der Anwendung der Mathematik in der Soziologie auf die verbale Sprache grundsätzlich nicht verzichtet werden kann (MASLOW 1970, S.357), und dass die Alternative "verbale oder mathematische Formulierung" sich im Grunde genommen gar nicht stellt. Zur Diskussion steht lediglich die Frage, ob sich der Soziologe bloss der verbalen oder aber der mathematischen und der verbalen Sprache bedienen soll. Das hat auch eine Komplizierung der Verhältnisse in der Weise zur Folge, als eine Anwendung der mathematischen Sprache auf die Soziologie die gleichzeitige Einhaltung der immanent-mathematischen sowie der für die Interpretation herangezogenen verbal-soziologischen Regeln der Semantik erfordert.

Da also eine mathematisch formulierte soziologische Aussage infolge ihrer inhaltlichen Interpretationsbedürftigkeit stets auf die verbale Sprache rekurriert, ist die Meinung von MAYNTZ (1967, S.28), bei einer Formalisierung gehe "die Aura des assoziativ Mitgedachten, die die verbale Aussage stets umgibt, über ihren ausdrücklichen Gehalt hinaus mit Wirklichkeit sättigt und auch in Grenzfällen noch zutreffend erscheinen lässt" verloren, wohl faktisch, nicht aber grundsätzlich relevant. Der Soziologe und Mathematiker, der die mathematische Sprache beherrscht und hinter den Formalismen immer die soziologische Interpretation sieht, wird die mathematischen Symbole in derselben Weise zu lesen verstehen wie verbale Symbole. Da mathematische Symbole,im Gegensatz zu solchen der verbalen Sprache, im allgemeinen nicht mit bestimmten über die Mathematik hinausgehenden Bedeutungsinhalten

fest verbunden sind, sondern sich vielmehr durch eine "Bedeutungsunspezifität" (NIPPERT 1972, S.59) auszeichnen, wird ein gewisser "Assoziationsnachteil" der mathematischen Formulierung aber kaum aufzuheben sein.

Die Zuordnung "verbale soziologische Aussage"/"mathematische soziologische Aussage" ist also nicht eindeutig. Ein- und dieselbe verbal formulierte Aussage kann vielmehr auf unterschiedliche Weise mathematisch ausgedrückt werden. Dazu ist als Illustration etwa das von MEHLBERG (1962, S.281) angeführte Beispiel aus der Physik erwähnenswert, dass ohne eine Veränderung des empirischen Gehalts der Quantenmechanik die Theorie der Hilbert-Räume durch jene der unendlichen Matrizen ersetzt werden kann.

2. Grundsätzlich hat die Bedeutungshaltigkeit sprachlicher Mitteilung nichts mit der Einhaltung der syntaktischen Regeln und (wie HERMANN 1972, S.14, ausgeführt hat) sogar der semantischen Regeln zu tun: Sätze, die gemäss diesen Regeln eigentlich gar nicht gebildet werden dürften, können unter Umständen gleichwohl sinnvoll sein. Diese Möglichkeit des regelverletzenden Kommunizierens basiert auf der weiter unten zu besprechenden pragmatischen Ebene der Information. Die Starrheit der mathematischen Sprache, d.h. ihrer syntaktisch-semantischen Regeln verhindert aber grundsätzlich, dass diese von der pragmatischen Ebene her "aufgebrochen" werden. Während praktisch jede syntaktisch-semantische Regel der verbalen Sprache unter gewissen Umständen sinnvoll verletzt werden kann, führt eine Regelverletzung in einem mathematischen Ansatz leicht zu grundsätzlich sinnlosen Aussagen. So kann beispielsweise der Satz "Ich esse meinen Pullover" unter gewissen Umständen tatsächlich sinnvoll sein (vgl. HERMANN 1972, S.14), nicht aber die Division eines Additionszeichens durch eine Quadratwurzel.

Diese Starrheit ist oft gemeint, wenn von der Exaktheit der mathematischen Sprache gesprochen wird. Dabei wird oft die oben erwähnte Einsicht ausser Betracht gelassen, dass die Anwendung der Mathematik zum Beispiel in der Soziologie stets einer inhaltlich-soziologischen (und das heisst immer auch: einer verbal-sprachlichen) Interpretation bedarf.

3. Als eine auf deskriptive Sätze begrenzte Objektsprache zeichnet sich die mathematische Sprache auch dadurch aus, dass es in ihr keine "sprachlichen Mittel gibt, um über Sätze oder syntaktisch-grammatische oder semantische Zusammenhänge in der Objektsprache selbst zu sprechen" (FREY 1967, S.142). Es ist somit nicht möglich, mathematisch über die Mathematik zu sprechen, während man ja durchaus deutsch über die deutsche Sprache sprechen kann. Namentlich semantische und syntaktische Begriffe wie "wahr", "falsch", "analytisch", "kontradiktorisch" sowie reine Bezeichnungsdefinitionen (ohne welche wir für die Formulierung einer mathematischen Sprache nicht auskommen) können letztlich nicht in der mathematischen Sprache definiert werden (FREY 1965, S.119; vgl. auch WEINGARTNER 1971, S.215-218). Selbst die reine Mathematik ist somit nicht rein formal verstehbar, so kann sie beispielsweise sogar "die natürlichen Zahlen nicht rein formal vollständig charakterisieren" (FREY 1967, S.128). Ein "Residuum der natürlichen Sprache" (FREY 1967, S.52) als Metasprache der Mathematik ist deshalb (auch ganz abgesehen von der Interpretationsbedürftigkeit der mathematischen Sprache bei soziologischen Anwendungen) nicht zu vermeiden.

Die Unterschiede zwischen der verbalen und der mathematischen Sprache werden noch deutlicher, wenn wir die pragmatische Dimension miteinbeziehen. Darunter versteht man, wir haben es bereits angetönt, "die Beziehung der Zeichen zu den Zeichenbenützern ... In ihrer abstraktesten Form lässt sich die pragmatische Ebene als das Kommunikationsdreieck Sprecher-Hörer-Besprochenes beschreiben" (BURGER 1972, S.49). Der Einbezug der pragmatischen Dimension bedeutet, dass wir die sprachliche Kommunikation nicht auf eine einfache Beziehung zwischen einem idealisierten Sprecher (oder Schreiber) und einem idealisierten Hörer (oder Leser) reduzieren, sondern die sprachliche Aeusserung eines konkreten Sprechers an einen konkreten Hörer auf einem konkreten Kommunikationshintergrund (einer Kommunikationssituation) betrachten. Die sprachliche Kommunikation lässt sich dann nur noch durch mehrere Relationen beschreiben.

Darauf baut auch die HABERMAS'sche (1971, S.106) Unterscheidung zwischen analytischem und reflexivem Sprachgebrauch auf: "Die elementare Einheit der Rede ist aus performativem und abhängigem Satz propositionalen Gehalts zusammengesetzt, weil Kommunikation, als eine Verständigung über Gegenstände, nur unter der Bedingung gleichzeitiger Metakommunikation, nämlich die Verständigung auf der Ebene der Intersubjektivität über den bestimmten pragmatischen Sinn der Kommunikation, zustande kommt. Den Sprachgebrauch, der die Metakommunikation nur als Mittel einsetzt, um eine Verständigung über Gegenstände herbeizuführen, nennen wir analytisch; den Sprachgebrauch, der die Kommunikation nur als Mittel einsetzt, um eine Verständigung über den Verwendungssinn von Sätzen herbeizuführen, nennen wir reflexiv."

Inbezug auf die pragmatische Dimension der Sprache unterscheidet sich die mathematische Sprache nun offensichtlich in einigen Punkten recht deutlich von der verbalen:

1. Zunächst fällt auf, dass die mathematische Sprache in einem gewissen Sinne vom Sprechenden (oder Schreibenden) abstrahiert. Das hängt mit der Extensionalität und Wahrheitsfunktionalität der mathematischen Sprache zusammen, welche dazu führt, dass in ihr bestimmte Reflexionsprädikate (aber nicht alle, vgl. dazu FREY 1965, S.47), wie "ich fühle", und damit die sogenannten "belief sentences" nicht ausgedrückt werden können. "Ihre soziologische Relevanz liegt darin, dass sie systematisch den handlungs- und erkenntnisleitenden Situationsdeutungen, Aspirationen gesellschaftlicher Subjekte Rechnung tragen ... Ihre logische Analyse zeigt, dass hier nicht einfach Fragen der Ungenauigkeit von Begriffen, sondern besondere Probleme einer notwendigen, nicht wahrheitsfunktionalen (intensionalen) Logik zur Diskussion stehen. Die Pointe z.B. der 'belief sentences', also von Sätzen der Form: 'x glaubt (denkt, meint etc.), dass a der Fall ist', dass 'die Wahrheit des Geglaubten, Gemeinten oder Gesagten in der Schwebe' (i.e. unbestimmt) bleibt, 'und gleichwohl der Satz über das Glauben des Geglaubten wahr sein kann'. 'Belief sentences' sind also nicht wahrheitsfunktional und alle Versuche, ihre wahrheitsfunk-

tionale Rekonstruktion zu bewerkstelligen, konnten bislang immer wieder als misslungen nachgewiesen werden" (RITSERT und BECKER 1971, S.23; mit Zitaten von APEL 1965, S.242).

Diese Aussage steht im Widerspruch zu der von CARNAP (1954, S.101) im Sinne einer allerdings noch nicht hinreichend begründeten Annahme vertretenen Extensionalitätsthese, die besagt, dass alles, was mit Hilfe von Reflexionsprädikaten (nicht extensionalen Prädikaten) ausgedrückt wird, grundsätzlich auch ohne diese ausdrückbar sei. Nach FREY (1965, S.48) ist eine Erreichung dieses Zieles jedenfalls fraglich und zweifelsfrei nur unter gewissen Bedingungen (Verzicht auf Vollständigkeit und Entscheidbarkeit der betreffenden Systeme) denkbar. LAZARSFELD (1954, S.3f.) irrt sich somit, wenn er meint, es lasse sich jede sozialwissenschaftliche Aussage in eine mathematisch formulierte übersetzen. Vielmehr bedeutet die Verwendung der mathematischen Sprache, dass bestimmte Denkmöglichkeiten der verbalen Sprache ausgeklammert werden.

Die erwähnte Beschränkung der mathematischen Sprache hat namentlich die praktische Konsequenz, dass der mathematisch formulierende Soziloge keine Möglichkeit hat, mathematisch zum mathematisch Formulierten eine Distanz auszudrücken, wie dies in der verbalen Sprache durchaus möglich ist und häufig praktiziert wird, indem etwa ein Ausdruck in Anführungszeichen gesetzt wird, oder indem eine Aussage mit den Worten "Es scheint, dass ...", "Man könnte meinen, dass ...", "Wie gelegentlich behauptet wird ..." in eine reflexive Satzstruktur eingebettet wird. In diesem Sinne ist es somit angebracht, von einer spezifischen Armut der mathematischen Sprache zu sprechen.

Um einem Missverständnis entgegenzutreten sei noch angefügt, dass damit keineswegs behauptet werden soll, in der Mathematik selbst würden nur wahrheitsfunktionale (oder: wahrheitsdefinite) Aussagen auftreten, eine Einsicht, die auf den holländischen Mathematiker BROUWER zurückgeht. Wie LORENZEN (1969, S.63) ausführt, ist beispielsweise die aus der Arithmetik stammende Aussage "Einige ungerade Zahlen sind vollkommen" nicht wahrheitsdefinit. Zwar kennt niemand eine ungerade vollkommene Zahl, doch gibt es auch "kein Verfahren, über die Wahrheit der obigen Aussage zu entscheiden".

2. Weiter muss auffallen, dass sich die mathematische Formulierung nie an einen konkreten Adressaten, sondern stets an einen vorgestellten unpersönlichen Dritten richtet. Auch das bedeutet eine Verringerung des Stellenwertes der pragmatischen Dimension für das Verständnis des kommunizierten Inhaltes. Während ich in der verbalen Sprache mit bestimmten Erwartungen eines konkreten Adressaten spielen kann, etwa ein gewisses "understatement" voraussetze, bleibt mir diese Möglichkeit bei der Verwendung der mathematischen Sprache verschlossen, da sie sich eben nicht an einen konkreten Adressaten richtet. Man könnte vielleicht meinen, die Abstraktion von einem konkreten Adressaten helfe Unklarheiten vermeiden, welche der verbalen Sprache inhärent seien.

Dass dem keineswegs so ist, zeigt uns ein Beispiel, das wir BURGER (1972, S.50) entnehmen: Der Satz "Entweder du gehst, oder du bleibst hier" kann zunächst als eine triviale Aussage verstanden werden, ähnlich dem Satz "Entweder das Wetter verändert sich, oder es bleibt gleich". Dann abstrahiere ich gewissermassen vom Adressaten und spreche über ihn hinweg. Normalerweise wird unser erster Satz jedoch nicht als eine Aussage, sondern als eine Aufforderung verstanden: "Entscheide dich endlich, ob du hier bleiben willst oder nicht". Das bedeutet, dass sich unser verbaler Satz für sich genommen durch eine Mehrdeutigkeit auszeichnet, welche aber auf der Ebene der konkreten pragmatischen Bedingungen der Kommunikation aufgelöst wird. Die Mehrdeutigkeit der verbalen Mitteilung ist somit nur eine scheinbare, wenn sie auf dem Hintergrund der pragmatischen Kommunikationssituation gesehen wird.

3. Die Abstraktion vom Sender und Empfänger der Kommunikation scheint somit in einer Abstraktion von der gesamten Kommunikationssituation auszumünden. Doch diese Vermutung ist nicht korrekt. Vielmehr baut die mathematische Kommunikation auf einer vorgegebenen standardisierten Kommunikationssituation auf, welche diese Abstraktionen ermöglicht. Die Vorgegebenheit einer standardisierten Kommunikationssituation hat zur Folge, dass der in der Mathematik verwendete Sprachgebrauch in der Terminologie von HABERMAS stets analytisch und nie reflexiv ist, da eine Verstän-

digung über den Verwendungssinn der mathematischen Aussage nicht mehr nötig, da vorgegeben, ist. Insgesamt ist somit festzustellen, dass die konkrete Kommunikationssituation für die verbale Sprache eine viel grössere Bedeutung besitzt als für die mathematische.

Gleichzeitig ist aber daran zu denken, dass bei der Bildung eigentlicher verbal-wissenschaftlicher Fachsprachen versucht wird, ebenfalls von einer vorgegebenen, standardisierten Kommunikationssituation auszugehen, von den konkret kommunizierenden Individuen zu abstrahieren und so eine wahrheitsfunktionale und extensionale Dingsprache zu schaffen. Damit wird aber nicht a priori eine grössere Präzision der Sprache erreicht. Man könnte vielmehr sagen, dass sich die verbale Umgangssprache (wie unser oben angeführtes Beispiel belegt) Unklarheiten auf der syntaktisch-semantischen Ebene gerade deshalb leisten kann, weil sie von der pragmatischen Ebene her Präzisierungen erwarten darf.

Der Einbezug einer konkreten Kommunikationssituation eröffnet zudem gewisse Ausdrucksmöglichkeiten, welche der mathematischen Formulierung verschlossen bleiben müssen. Wir meinen damit das, was BURGER (1972, S.50) das "Verschweigen als Möglichkeit des Sprechens" bezeichnet hat, also die Benennung funktional relevanter Stellen durch eine "Nicht-Form" (VERMEER 1971, S.39). Dass gerade das Nichtgesagte aus der sprachlichen Konstruktion und der Kommunikationssituation zu einer automatisch mitgedachten und durch das Nichtanzeigen verstärkten Aussage führen kann, ist eine Einsicht, welche namentlich viele Dichter sich zu eigen gemacht haben (vgl. dazu z.B. Thomas BERNHARDs Erzählung "Ungenach", wo diese Einsicht geradezu zum Stilmittel erhoben wurde, oder auch die Analyse einiger Stellen von André GIDEs Roman "L'école des femmes" durch BURGER 1972).

4. Die erwähnte Abstraktion der mathematischen Sprache von den kommunizierenden Individuen sowie die Normierung der gesamten Kommunikationssituation ist nur deshalb realisierbar, weil die mathematische Sprache stets eine geschriebene Sprache darstellt. Das darf nicht mit der Aussage verwechselt werden, die Tätigkeit des Mathematikers falle mit der schriftlichen Formulierung mathemati-

scher Aussagen zusammen. Als Kommunikationsmittel ist die Mathematik dessen ungeachtet immer eine geschriebene Sprache. Das hat zur Folge, dass die Kommunikation bloss einseitig erfolgen kann, und dass, im Gegensatz zur verbalen Sprache, keine Bedeutungen durch die Gestik vermittelt werden können. Die Möglichkeit, dass die verbale Sprache dagegen grundsätzlich immer auch gesprochen werden kann, wirkt sich rückwirkend auf die geschriebene Sprache aus: Es ist nicht bloss denkbar, sondern durchaus auch gebräuchlich, dass in der geschriebenen verbalen Sprache die Gestik sozusagen durch die Formulierung simuliert wird (vgl. dazu auch BADURA 1971, S.30ff.). Diese Möglichkeiten bleiben der mathematischen Sprache dagegen grundsätzlich verschlossen.

Diese spezifischen Eigenheiten der mathematischen Sprache belegen insgesamt, dass es nicht möglich ist, jede verbale Aussage bruchlos in eine mathematische überzuführen. Das Verhältnis der mathematischen Sprache zu einer verbalen erscheint nur auf den ersten Blick nicht wesentlich anders als etwa jenes der deutschen zur französischen Sprache: Gewisse Tatbestände lassen sich besser in der einen, andere besser in der anderen Sprache ausdrücken, und für gewisse Aussagen in der einen Sprache gibt es keine äquivalenten Aussagen in der anderen. Was nun aber die mathematische Sprache im besonderen betrifft, so ist festzuhalten, dass sogar der explizite Nachweis der grundsätzlichen Unmöglichkeit "unsere natürlichen Sprachen vollständig zu mathematisieren" (FREY 1967, S.130) erbracht werden konnte. Dieser Nachweis ergibt sich aus dem bereits erwähnten ersten Theorem von GOEDEL, das besagt, "dass es auch in einem hinreichend reichen Formalsystem nicht möglich ist, alle metasprachlichen Aussagen über das System in diesem System zu formulieren. Dieser Versuch führt notwendig zu unentscheidbaren Sätzen. Das ist aber nur ein Ausdruck dafür, dass dieser Versuch grundsätzlich als gescheitert anzusehen ist. Es kann somit keinen Logikkalkül geben, der erlaubt, dass alle Aussagen über ihn in ihm formulierbar wären, d.h. aber, dass es keinen Logikkalkül gibt, der vollständig und explizit die Logik der natürlichen Umgangssprache darstellt" (vgl. dazu im

einzelnen FREY 1965, S.38-44). Dieser Sachverhalt gilt ebenso für eine mehrwertige Logik. ARAB-OGLY (1970, S.383) ist somit nicht zuzustimmen: Die Mathematik ist nicht eine Sprache wie jede andere; für sie bestehen durchaus prinzipielle Einwände dagegen, dass irgendein Text in sie übergeführt werden kann. Deshalb ist auch vor dem unbekümmerten und frisch-fröhlichen Ratschlag von BEAUCHAMP (1970, S.VII) an angehende Mathematische Soziologen zu warnen: "just go ahead and try mathematics".

Um Missverständnisse zu vermeiden, sei angefügt, dass die Mathematik durchaus in der Lage ist, die unter 3. und 4. erwähnten Kommunikationsmodi (das Verschweigen als Möglichkeit des Sprechens, die Kommunikation durch Gestik, die Distanzäusserung) sprachlich zu erfassen, d.h. zu beschreiben und zu erklären. In der Mathematik selbst sind diese Kommunikationsformen jedoch nicht anwendbar. In diesem und nur in diesem Sinne kann deshalb von einer sprachlichen Beschränkung der mathematischen Ausdrucksmöglichkeiten im vorliegenden Zusammenhang gesprochen werden, sowie von sich daraus ergebenden Uebersetzungsschwierigkeiten.

Aus dem GOEDELschen Nachweis, dass es in jedem Denksystem notwendigerweise unbeantwortbare Fragen gibt, folgt ferner "die prinzipielle Existenz der Metaphysik im Sinne prinzipieller Unbeantwortbarkeit. Jedes Denksystem hat die ihm spezifischen metaphysischen Fragen. Es lässt sich dann immer ein anderes Denksystem finden, in dem eben diese Fragen beantwortbar sind. Aber dieses neue Denksystem hat notwendig wieder andere ihm spezifische metaphysische Fragestellungen" (FREY 1965, S.101).

Ausgehend von diesen Einsichten in die Eigenschaften der mathematischen Sprache können wir jedoch noch nicht geradelinig ableiten, welcher Stellenwert einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik zukommt. Wir müssen nämlich auch wissen, welche Relevanz diesen Eigenschaften zukommt. Das Kriterium der Relevanz kann nur aus unserem Theorie- und Wissenschaftsverständnis abgeleitet werden. Wir haben jedoch bereits ausgeführt, dass wir die Fixierung dieses direkten Bezugspunktes für wenig glücklich ansehen, da dadurch die

Analyse vorzeitig beschnitten würde. Um das Problem der Relevanz dieser Eigenschaften kommen wir dessen ungeachtet nicht herum.

Die Prüfung der Bedeutung der Mathematik in der Soziologie anhand ihrer speziellen Eigenschaften soll im folgenden in der Weise geschehen, dass wir nach dem Zweck (und in zweiter Linie: nach den Konsequenzen) dieser Verbindung fragen. Wir können uns dann nämlich einem Urteil darüber enthalten, ob wir die vorgeschobenen Zwecke als sinnvoll ansehen oder nicht, und so darauf verzichten, von einem bestimmten Theorie- und Wissenschaftsverständnis auszugehen. Die Frage nach der Relevanz der Eigenschaften der mathematischen Sprache wird somit auf die Frage verschoben, wie gross die Eignung der mathematischen Sprache für die Realisierung spezifischer Zwecke sei (und in zweiter Linie: welche nicht antizipierten Folgen dabei auftreten). Die endgültige Beantwortung des Relevanzproblems, die nach wie vor vom gewählten Theorie- und Wissenschaftsverständnis abhängt, können wir dem Leser selbst überantworten. Dieser letzte Schritt sollte aufgrund unserer Analyse über die Zweckeignung der mathematischen Sprache ohne Schwierigkeit zu vollziehen sein.

Der grundlegende Ausgangspunkt (der vielleicht die einzige wirklich originelle Leistung dieser Arbeit von einiger Bedeutung darstellt) ist somit in der These zu formulieren, dass über die Verbindung von Soziologie mit Mathematik nur dann sinnvoll gesprochen werden kann, wenn spezifiziert wird, welches der jeweilige Zweck dieser Verbindung sein soll.

Wenn wir von einer originellen These gesprochen haben, ist gleich anzufügen, dass bereits Paul LAZARSFELD (1968, S.630) die von anderen Autoren allerdings nicht aufgenommene Frage "What are the scientific tasks which mathematical models can perform in the broad area of social science?" gestellt hat. Die von LAZARSFELD vorgelegte Analyse ist allerdings bescheiden. Zum einen beschränkt er sich von vorneherein auf die Funktionen mathematischer Modelle, und zum anderen vermag er nicht genügend zu spezifizieren, welche Beiträge von der Mathematik in den Sozialwissenschaften zu erwarten sind. Raymond BOUDON (1971 C, S.225-246), ein Schüler von

LAZARSFELD, hat diese Frage später erneut aufgenommen und konkretisiert. In seinem "Les fonctions de la formalisation en sociologie" betitelten Aufsatz unterscheidet er drei Hauptfunktionen, die allerdings, wie BOUDON selbst bemerkt hat, keineswegs umfassend sind. Die sowohl von LAZARSFELD als auch von BOUDON vorgelegten Analysen werden schliesslich dadurch amputiert, dass beide Autoren implizit von einem bestimmten und deshalb auch beschränkten Theorie- und Wissenschaftsverständnis ausgehen.

Auf der Basis unserer grundlegenden These werden wir den Hauptteil unserer Arbeit einer Analyse der potentiellen Funktionen der Mathematik in der soziologischen Theorienbildung widmen. Die Einschränkung auf den Prozess der Theorienbildung erfolgt aus rein arbeitstechnischen Gründen. Sie ist unumgänglich, wenn unsere Arbeit sich nicht ins uferlose ausweiten soll. Damit werden Diskussionen über die Funktionen der Mathematik im Zusammenhang mit Erhebungsverfahren (Stichprobentheorie) und blossen Auswertungstechniken (Testverfahren der mathematischen Statistik) ausgeklammert. Diese Einschränkungen sollen allerdings nicht implizieren, der diesbezügliche Einsatz der Mathematik sei grundsätzlich so völlig unproblematisch, dass er keiner Diskussion mehr bedürfe.

Darstellungen der Funktionen der Mathematik in der Thorienbildung sind in der Literatur verschiedentlich anzutreffen. Am häufigsten sind wohl jene Ansätze, welche von den durch den Einsatz der Mathematik zu erreichenden potentiellen Verbesserungen von Theorien ausgehen. Als Beispiel mögen die Aussagen von FREY (1967, S.134-144) gelten. Die Funktionen der Mathematisierung bestehen nach FREY in der Möglichkeit (a) eine grössere Exaktheit der Aussagen und eine erhöhte Gewissheit der Deduktionen zu erreichen, (b) sich gegen die Gefahren der Vereinfachung besser schützen zu können und (c) die Kommunizierbarkeit des Wissens zu verbessern und die "prinzipielle Nachprüfbarkeit und Nachvollziehbarkeit aller Beweis- und Begründungsschritte" (S.141) zu gewährleisten, was eine "Objektivierung" der wissenschaftlichen Aussagen bedeute und der Möglichkeit einer Prognostizierung weiterer Aussagen zugrunde liege.

Diese von FREY aufgezählten Funktionen der Mathematik sind jedoch keineswegs erschöpfend. Sie beziehen sich im wesentlichen lediglich auf die eigentliche Theoriekonstruktion, die Mathematisierung im engeren Sinne, sowie auf einige Aspekte der Ueberprüfung der Theorie, und lassen namentlich das Vorfeld der Theorienbildung ausser Betracht (andere aber in ihrer Art ähnliche Gliederungen und Aufzählungen von Funktionen der Mathematik finden sich etwa bei LAZARSFELD 1968, S.630-632, PHILLIPS 1970, S.373-376, MAYNTZ 1967, S.27-29, MASSARIK und RATOOSH 1965, S.9-21, RAPOPORT 1965, S.207, SHUBIK 1965, S.13-15).

Ein anderer Versuch einer Beschreibung der Funktionen der Mathematik stammt von BOUDON (1970, S.532-541). Dieser Versuch bezieht sich nicht auf die potentiellen Funktionen der Mathematik, sondern auf jene, welche diese faktisch ausgeübt hat. Er gliedert teilweise nach methodischen Gesichtspunkten, teilweise aber nach dem Objektbereich, in dem die Mathematik angewendet wird. BOUDON unterscheidet zunächst die Typen mathematischer Ansätze in der "vormodernen" Periode von jenen, die in den letzten Jahren eine Differenzierung der Funktion der Mathematik bewirkt haben. Zu den "klassischen" Ansätzen zählt er die Komplexe (a) der spekulativ oder normativ ausgerichteten mathematisierten Theorien, (b) der mathematischen Statistik und (c) des sogenannten "curve-fitting". Zu diesen Funktionen in der vormodernen Periode sind heute drei weitere dazu gekommen: (a) jene Techniken, welche dem Forscher ermöglichen, den quantitativ stark zugenommenen Informationsanfall zu bewältigen (z.B. Faktoranalyse), (b) die Hilfsmittel, welche die Mathematik für die synchrone Analyse von Systemen zur Verfügung stellt (z.B. für die Analyse von Verwandtschaftsstrukturen), und (c) die neuen Möglichkeiten, welche sich der Mathematik im Zusammenhang mit dem zunehmenden Interesse am Experiment eröffnen (z.B. die Arbeiten von HEIDER, FESTINGER, HARARY und CARTWRIGHT in der Sozialpsychologie). Diese Gliederung der Funktionen der Mathematik mag für den von BOUDON in seinem Aufsatz verfolgten Zweck sinnvoll sein. Die Funktionen der Mathematik werden jedoch mehr punktuell denn umfänglich erfasst, ohne dass dadurch exemplarisch der gesamte Bereich der potentiellen Funktio-

nen der Mathematik abgesteckt würde. Dazu kommt, dass diese Gliederung auch vom logischen Gesichtspunkt her ungenügend ist, da das Gliederungskriterium nicht einheitlich gewählt wurde und wenig klar ist, da deshalb auch Ueberschneidungen vorkommen.

Für unsere Zwecke drängt sich eine andere (eine umfassendere und systematischere) Grundgliederung der Funktionen der Mathematik in der soziologischen Theorienbildung auf. Wir gehen dabei explizit aus vom Prozess der Theorienbildung und setzen die bereits von AGANBEGJAN und SHUBKIN (1970, S.34) formulierte Hypothese, dass die Mathematik grundsätzlich in allen Phasen dieses Prozesses Funktionen übernehmen könnte. Analytisch unterscheiden wir drei Phasen des Prozesses der Theorienbildung, die es für sich gesondert zu untersuchen gilt. Innerhalb der drei einzelnen Phasen sind die Funktionen der Mathematik natürlich jeweilen weiter zu spezifizieren.

Die erste Phase im Prozess der Theorienbildung kann auch als das eigentliche Vorfeld der Theorienbildung im engeren Sinne bezeichnet werden. Bevor eine Theorie im einzelnen ausformuliert werden kann, muss eine grundlegende Idee, ein gedanklicher Entwurf bereits vorliegen. Den Beitrag, welchen die Mathematik als Ideenpotential im Vorzimmer der eigentlichen Theorienbildung leisten kann, könnte somit ein heuristischer sein. Wir sprechen in diesem Zusammenhang von der potentiellen heuristischen Funktion der Mathematik bei der soziologischen Theorienbildung. Diese Funktion der Mathematik ist unabhängig von den beiden nachfolgenden und umgekehrt, d.h.,die Mathematik kann einen heuristischen Beitrag im Vorzimmer der Theorienbildung leisten, ohne dass sie im weiteren Prozess der Theorienbildung erneut verwendet würde, und umgekehrt kann die Mathematik später bestimmte Funktionen übernehmen, ohne dass sie bereits vorgängig im Vorfeld der Theorienbildung eine Rolle gespielt hätte. Diese Unabhängigkeit weist bereits darauf hin, dass die gewählte Aufgliederung der Analyse inbezug auf einzelne Funktionen sinnvoll ist.

Eine zweite Phase im Prozess der Theorienbildung umfasst die detaillierte Ausformulierung einer Theorie. Die Mathematisierung in dieser Phase (sei dies nun eine mathematische Formulierung von Anfang an, oder handle es sich lediglich um eine Uebersetzung verbaler Aussagen in mathematische) wird hier in Uebereinstimmung mit NEUMANN und MORGENSTERN (1961, z.B. S.80f.) als "Formalisierung" bezeichnet. In dieser Phase der Theorienbildung (welche häufig als die Domäne der Mathematik schlechthin angesehen wird; vgl. THE BEHAVIORAL AND SOCIAL SCIENCE COMMITEE 1969, S.63) kann ein ganzes Bündel möglicher Funktionen unterschieden werden, welches hier unter dem Begriff der linguistischen Funktion der Mathematik bei der Formalisierung soziologischer Theorien zusammengefasst werden soll. Auch diese Funktion ist unabhängig von einer allfälligen Verwendung der Mathematik im Vorzimmer der Theorienbildung und in der an die Formalisierung anschliessenden Phase.

Nach Abschluss der mathematischen Ausformulierung einer Theorie kann die Mathematik in einer dritten Phase, bei der Ueberprüfung der Theorie, eine weitere Funktion übernehmen. Wir sprechen in diesem Zusammenhang von der möglichen kritischen Funktion der Mathematik beim Testen soziologischer Theorien. Die Realisierung dieser Funktion der Mathematik ist ebenfalls unabhängig von ihrer Verwendung im Vorzimmer der Theorienbildung, nicht aber von der Phase der Formalisierung. Damit die Mathematik eine kritische Funktion bei der Ueberprüfung der Theorie übernehmen kann, muss die Voraussetzung erfüllt sein, dass die Theorie mindestens teilweise formalisiert vorliegt, d.h. zumindest einige quantitative, mathematische oder mathematisch interpretierbare Begriffe in ihr vorkommen.

Die hier gewählte Untergliederung des Prozesses der Theorienbildung entspricht in einer gewissen Beziehung der auf PEIRCE (1931ff., S.142) zurückgehenden Gliederung von Steiner-MACCIA (Paper 62-114, S.5): "The three main stages of scientific inquiry are: retroduction through which characterizations are devised, deduction through which characterizations are explicated, and in-

duction through which characterizations are evaluated", sowie auch jener von KEMENY und SNELL (1962, S.3), die drei grundlegenden Phasen wissenschaftlichen Vorgehens unterscheiden: Induktion, Deduktion und Verifikation. Die hier vorgenommene Charakterisierung dreier Forschungsstufen durch drei unterschiedliche Methoden ist u.E. allerdings abzulehnen, da die einzelnen Methoden nicht ausschliesslich einer bestimmten Forschungsstufe zugeordnet werden können. Zudem möchten wir betonen, dass wir unsere Aufgliederung des Prozesses der Theorienbildung ausschliesslich als eine analytische verstanden haben möchten. Wir sind also keineswegs der Ansicht, dieser Prozess laufe in der Praxis tatsächlich über die drei säuberlich voneinander zu trennenden Stufen ab, und vertreten auch nicht das normativ-methodische Postulat, dass er in dieser Weise ablaufen sollte.

An dieser Stelle erinnern wir uns schliesslich noch an die zu Beginn dieses Abschnittes angeführte Feststellung, dass auch die mathematische Sprache stets unter den beiden Aspekten des Kommunikations- und des Denkmittels betrachtet werden müsse. Diese Unterscheidung ist offensichtlich implizit in die hier vorgeschlagene Gliederung der Funktionen eingegangen: Im Vorzimmer der Theorienbildung wird die mathematische Sprache vor allem unter dem Aspekt eines Denkmittels betrachtet, in der Phase der Ausformulierung einer Theorie wird die Kommunikationsfunktion der mathematischen Sprache im Vordergrund stehen, während in der Phase der Ueberprüfung beide Funktionen gleichermassen relevant werden. Da die zwei Aspekte nicht voneinander zu trennen sind, eignen sie sich jedoch nicht als analytisches Gliederungskriterium für den Aufbau unserer nachfolgenden Diskussionen.

Wenn wir weiter oben festgehalten haben, in unserer Arbeit würde der Begriff von "Theorie" und jener von "soziologischer Theorie" im besonderen weitestgehend offen gelassen, dann müssen wir jetzt, nach der Beschreibung der von uns zu analysierenden Funktionenkomplexe insofern eine Korrektur anbringen, als dadurch natürlich bereits einige Konturen eines Theoriebegriffs implizit festgelegt werden. Wir möchten jedoch nicht in der Weise verstanden werden, dass wir die Meinung vertreten, eine soziologische Theorie müsse

diese Funktionen überhaupt oder bestmöglichst erfüllen, sondern bloss, dass eine Realisierung dieser Funktionen angestrebt werden könnte. Unsere Untersuchungen erstrecken sich sodann lediglich auf den Beitrag der Mathematik an die Realisierung dieser hypothetischen Ziele.

Die nachfolgenden drei (den Hauptteil unserer Arbeit bildenden) Kapitel sind nun der Frage gewidmet, was die Mathematik in den drei von uns unterschiedenen Phasen des Theorienbildungsprozesses leisten, in welcher Art und in welchem Ausmass sie weiter zu differenzierende Funktionen übernehmen kann, und inwiefern die potentiellen Möglichkeiten der Mathematik in der Praxis der soziologischen Theorienbildung tatsächlich ausgenützt werden. Obwohl wir unser Augenmerk auf die Funktionen der mathematischen Sprache richten, werden wir von Fall zu Fall nicht darum herumkommen, allfällige Disfunktionen ebenfalls anzuführen. Für unsere Untersuchungen werden wir, soweit dies möglich ist, konkrete Beispiele heranziehen.

In einem fünften Kapitel sollen dann die wesentlichsten Ergebnisse der ersten vier Kapitel thesenartig knapp zusammengefasst werden. Diese Zusammenfassung enthält somit eine Uebersicht über die wissenschaftlichen Konsequenzen einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik.

In der Meinung, dass die Beurteilung dieser Verbindung nicht ausschliesslich aufgrund der wissenschaftlichen Konsequenzen derselben erfolgen darf, sondern ebenso die allfälligen gesellschaftlichen Konsequenzen dieser Verbindung mitberücksichtigen muss, widmen wir unser sechstes und abschliessendes Kapitel der Problematik der Verwertung der mathematisierten Soziologie und lösen damit ein in diesem einleitenden Kapitel gemachtes Versprechen ein.

Nachzutragen sind abschliessend noch einige Bemerkungen über den in dieser Arbeit gewählten Gebrauch zentraler Begriffe. Es ist ja gar nicht so eindeutig, wenn schlankweg und unspezifiziert von "Mathematik" gesprochen wird. Die mathematische Grundlagenforschung des 19. und 20. Jahrhunderts und die Entstehung der "reinen Mathematik" (LORENZEN 1969, S.19), sowie die Entwicklung der "modernen", "formalen" oder "mathematischen" Logik hat die Grenze zwischen Logik und Mathematik fliessend gemacht. Beide Disziplinen sind heute so ineinander verschränkt, dass sie kaum mehr voneinander zu trennen sind, und die Frage, was wem vorgeht, umstritten ist (vgl. dazu CHURCH 1962). Glücklicherweise ist diese Problematik für uns nur wenig relevant, da es fast keine inhaltlich-soziologischen Arbeiten gibt (wohl aber methodologische), in welchen die formale Logik eine Rolle spielt, welche über eine bloss "pädagogische" Bedeutung hinausreicht (ZETTERBERG 1967, S.89). Ausnahmen wie die Ansätze von ROMMETVEIT (1953) und ISRAEL (1956) bestätigen hierbei lediglich die allgemeine Regel.

Abgesehen von diesem okkasionellen Grund ist auch grundsätzlich festzuhalten, dass wir auf eine fein säuberliche Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes "mathematische Sprache" keinen grossen Wert zu legen brauchen: Unsere Arbeit befasst sich im Prinzip mit all jenen sprachlichen Ansätzen, die traditionellerweise zur Mathematik (oder: auch zur Mathematik) gerechnet werden, wobei uns die Ausklammerung der formalen Logik keineswegs daran hindern soll, dort, wo es uns als sinnvoll erscheint, Hinweise auf die Möglichkeiten der formalen Logik oder auf spezifische logische Ansätze zu vermitteln.

Wie wir bereits angetönt haben, verwenden wir den Begriff der Formalisierung im Sinne von NEUMANN und MORGENSTERN (1961, z.B. S.80f.) und nicht etwa in jenem von BUNGE (1967 B, S.482), für welchen eine Formalisierung stets auch die Formulierung einer Theorie nach dem Muster hypothetisch-deduktiver Erklärungsmodelle bedeutet. Formalisierung bedeutet hier also stets die Formulierung in mathematischer Sprache. Im Grunde genommen umfasst die Klasse der formalen Sprachen natürlich neben der Mathematik auch noch andere Sprachen, insbesondere alle Arten von Logiken, weshalb die mathe-

matische Formulierung nur gerade einen Spezialfall der Formalisierung deckt. Dessen ungeachtet bezieht sich der Ausdruck "Formalisierung" in dieser Arbeit bloss auf die mathematische Sprache.

Dagegen ist der Ausdruck der "Mathematisierung" mit jenem der "Formalisierung" nicht stets deckungsgleich zu verstehen. Letzterer bezieht sich bloss auf den Prozess der Formulierung soziologischer Aussagen in mathematischer Sprache, ersterer dagegen auf jede Verwendung der Mathematik in der Soziologie.

Seiner begrifflichen Unklarheit und Missverständlichkeit halber werden wir schliesslich dem Begriff des "Modells" so gut als möglich auszuweichen versuchen. Dieser Begriff ist in der Tat dermassen unstrukturiert (vgl. z.B. FREUDENTHAL 1961), dass wir zur Ansicht neigen, er sei, da durch ihn mehr Unklarheit als Klarheit geschaffen wird, überhaupt nicht zu verwenden.

Nicht nur, dass etwa in der Mathematik unter einem Modell etwas grundsätzlich anderes gemeint wird (FUCHS 1966, S.35) als in den "Realwissenschaften". Selbst in den Sozialwissenschaften wird der Modellbegriff dermassen verschieden verwendet, dass bereits mehrere ausführliche Arbeiten entstanden sind, mit eben dem einzigen Zweck, zu einer Klärung des Begriffes beizutragen (BRODBECK 1968, S.579-600, LACHMANN 1963, TACK 1969, S.232-265), dass vielen Arbeiten über den Problembereich "Sozialwissenschaften und Mathematik" ausführliche Diskussionen des Modellbegriffs vorangestellt werden mussten (KAPLAN 1964, S.258-293, MACCIA und MACCIA bzw. Papers 62-110, 62-111, 65-180, MASSARIK 1965, MAYNTZ 1967, S.11-31, THIEL 1967, S.68-77), und dass enzyklopädische Artikel zum Modellbegriff (BUSH, DUNCAN und SUPPES 1968, S.378-385) notwendigerweise die in den Sozialwissenschaften gängigen Modellbegriffe in keiner Weise zu decken vermögen. Die Schlussfolgerungen von APOSTEL (1961, S.36), es sei nicht möglich, eine einheitliche Strukturdefinition für Modelle zu geben, scheinen richtig zu sein.

Angesichts dieser Unklarheiten scheint der Begriff des "Modells" unbrauchbar zu werden, es sei denn, er werde umständlich spezifiziert. Da es sich gezeigt hat, dass die Einführung eines spe-

zifizierten Modellbegriffs für unsere Arbeit durchaus entbehrlich ist, soll er hier grundsätzlich keine Verwendung finden. In einigen angeführten Zitaten werden wir ihm aber verschiedentlich begegnen. Sinngemäss kommt ihm dort stets der Stellenwert von "Formalisierung" zu.

II. Kapitel Der Entwurf soziologischer Theorien: Ueber die heuristische Funktion der Mathematik

Die Frage nach der heuristischen Funktion der Mathematik beim Entwurf soziologischer Theorien hat in der Literatur eine nur geringe Beachtung gefunden. Wenn von einer Mathematisierung der Soziologie die Rede ist, meint man in der Regel ihre Formalisierung. Damit hängt auch die bereits festgehaltene Beobachtung zusammen, dass die Mathematik von den Soziologen häufig als ein vollständig inhaltsleeres Instrument zur sprachlichen Kommunikation angesehen wir.

Zwar hat bereits Karl DEUTSCH (1952 und 1963) in einem Aufsatz die "heuristische Funktion" der Mathematik kurz erwähnt, und auch in neueren Publikationen (z.B. ALKER 1965, S.146, ATTESLANDER 1971, S.186) wird gelegentlich auf sie hingewiesen. Schliesslich führen Diskussionen über mathematische Modelle nicht selten zu Einsichten über die heuristische Funktion der Mathematik, ohne dass diese explizit beim Namen genannt würde (z.B. bei TACK 1969, S.232ff.). Zu mehr als blossen Hinweisen reicht es jedoch selten, und auch SOROKINS (1966, S.57-62) an sich berechtigte, aber nur auf die übelsten Auswüchse der Mathematischen Soziologie sich beziehende Kritik an "pseudomathematischen Imitationen" und "shorthand sociologies" vermag die Notwendigkeit einer Analyse nicht zu verbergen.

Eine umfangreiche theoretische Analyse über Teilbereiche der heuristischen Funktion der Mathematik wurde erst mit THIELS Publikation "Quantität oder Begriff? Der heuristische Gebrauch mathematischer Begriffe in Analyse und Prognose gesellschaftlicher Prozesse" (1967) vorgelegt, eine Arbeit, deren Inhalt weit über die durch Titel und Untertitel implizierten Vorstellungen hinausreicht.

In der Praxis der soziologischen Theorienbildung hat der heuristische Gebrauch der Mathematik in den letzten Jahrzehnten aller-

dings an Bedeutung gewonnen. Wir werden auf einzelne dieser Versuche im folgenden zu sprechen kommen. Die Mathematik als heuristisches Hilfsmittel scheint heute vermehrt die Aufgaben zu übernehmen, welche in der Epoche der ersten soziologischen Klassiker seit dem 17. Jahrhundert der Physik (HARET 1910, QUETELET 1921) und seit Ende des 19. Jahrhunderts der Biologie (PARK 1968, SPENCER 1862-96) zugekommen waren. Dabei ist allerdings zu vermerken, dass die Mathematik auch früher schon gelegentliche heuristische Dienste beim Entwurf soziologischer Theorien geleistet hat (SIMMEL 1908, SOROKIN 1964). Diese "Anleihen" bei der Mathematik scheinen allerdings bis heute mit wenigen Ausnahmen bloss zufällig und ornamental zu sein und deshalb einen Ausfluss jener Bestrebungen darzustellen, die dahin gehen, etwas vom strahlenden Lichte der Mathematik auf das Schattengewächs "Soziologie" abzulenken. Einen wirklich systematischen Versuch, den heuristischen Wert verschiedener mathematischer Theorien bezüglich einer bestimmten soziologischen Fragestellung zu untersuchen, stellt unseres Wissens bis heute einzig die Arbeit des Teams um Elisabeth Steiner-MACCIA (1966) dar.

Wenn wir uns in diesem Kapitel nun der heuristischen Funktion der Mathematik im Vorfeld der Theorienbildung zuwenden, dann können wir die im vorangehenden Kapitel festgehaltenen Einsichten über die grundsätzlichen Grenzen der Anwendbarkeit von Mathematik auf soziologische Aussagen beiseite lassen. Wir fragen uns, welche heuristischen Dienste die Mathematik der Soziologie leisten könnte (und nicht: welche Dienste sie nicht leisten kann) und haben uns zunächst zu überlegen, welche Formen die heuristische Funktion der Mathematik in diesem Zusammenhang annehmen kann, und in welcher Art, in welchem Ausmass sowie mit welchem Erfolg die Mathematik jeweilen nutzbar gemacht worden ist.

Inhaltlich unterscheiden wir im folgenden den heuristischen Wert der Mathematik (a) bei der Begriffsbildung und der Begriffsexplikation und (b) beim Entwurf ganzer Theorien. Anschliessend wird (c) auf die heuristische Bedeutung der Mathematik für das methodische Vorgehen beim Entwurf soziologischer Theorien eingegangen.

Die Rede vom potentiellen heuristischen Wert der Mathematik bei der Begriffsbildung und der Begriffsexplikation impliziert die Frage nach der Existenz mathematischer Begriffe, welche für soziologische Aussagen übernommen werden können oder sich für eine Klärung soziologischer Begriffe eignen. Nach THIEL (1967, S.VIII und IX) ist es überraschend, "wie oft zwischen umgangssprachlich gebundenen Gedanken der Gesellschaftswissenschaft und mathematischen Begriffen ideelle Kontinuität besteht. Häufig findet man aber, dass Erscheinungen, die zum Gegenstandsbereich der Gesellschaftswissenschaften gehören, als Folge der im Ganzen herrschenden umgangssprachlichen Bindung bisher keinen Namen erhielten, also nicht bewusst und kommunizierungsfähig widergespiegelt wurden."

Was den heuristischen Wert der Mathematik inbezug auf die Formulierung soziologischer Theorien betrifft, gehen wir wiederum mit THIEL (1967, S.22) davon aus, dass es im "Hinblick auf den Reichtum der Mathematik an klassischen Theorien" unklug wäre, "an dem vorhandenen Potential vorbeizugehen", erinnern uns aber gleichzeitig daran, dass diese klassischen mathematischen Theorien im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Disziplinen entstanden sind. Die Frage ist somit, mit welchem Erfolg wir für die Soziologie mathematische Ansätze finden, welche der Soziologie als "Kalkül" (THIEL 1967, S.13) oder als "model for" (Steiner-MACCIA, Paper 62-110, S.4ff.) dienen können.

Es ist im einzelnen natürlich nicht stets eindeutig auszumachen, welcher der beiden Sub-Funktionen ein bestimmter Ansatz zuzurechnen ist. Dies ist allerdings unwesentlich, da die Aufgliederung der heuristischen Funktion der Mathematik in die Bereiche von Begriffsbildung und -explikation und Theorieformulierung in erster Linie einer Strukturierung der Diskussion dienen soll. Ohne Schwierigkeiten abgrenzbar ist dagegen die potentielle heuristische Funktion der Mathematik inbezug auf das methodische Vorgehen. Wir untersuchen hier die Möglichkeit, dass das Vorgehen des Mathematikers in der Theorienbildung auch für den Soziologen zur vorbildhaften Strategie werden könnte. Es ist auch durchaus denkbar, dass ein bestimmter soziologischer Ansatz Anleihen sowohl beim methodischen Vorgehen der Mathematiker als auch solche inhaltlicher Natur macht.

DER HEURISTISCHE WERT DER MATHEMATIK BEI DER BEGRIFFSBILDUNG UND DER BEGRIFFSEXPLIKATION:

Der Titel dieses Abschnittes weist darauf hin, dass wir hier im Grunde genommen zwei mögliche Funktionen der Mathematik zu betrachten haben: Zum einen die mögliche Funktion der Mathematik bei der Begriffsbildung, zum anderen jene bei der Begriffsexplikation. Dass die beiden Funktionen häufig nicht leicht voneinander zu unterscheiden sind, wird spätestens dann klar, wenn man sich konkrete Beispiele vergegenwärtigt. Das hängt damit zusammen, dass sich das Trennungskriterium der beiden Funktionen auf die Intention des Forschers bezieht, und diese ist nachträglich nicht immer auszumachen. Dies ist auch der Grund, weshalb wir die beiden Funktionen einerseits in einem Abschnitt vereint besprechen, andererseits aber nacheinander auf sie eingehen wollen.

Wenn wir von der möglichen "heuristischen Funktion der Mathematik zur Klärung von Begriffen", welche in soziologischen Theorien auftreten, sprechen, dann meinen wir damit in erster Linie eine begriffliche Spezifizierung derselben (THIEL 1967, S.19), wobei wir die bei OPP (1970 B, S.158ff.) vorgenommene Unterscheidung in die Interpretation und die Explikation eines Begriffes fallen lassen wollen. Die Begriffserklärung muss allerdings keineswegs mit einer simplifizierenden Operationalisierung zusammenfallen, da die Klärung oder Spezifizierung ja auch nur im Aufzeigen einer begrifflichen Ambiguität bestehen kann. Eine gelungene Begriffserklärung führt dazu, dass der geklärte Begriff mehr Informationen enthält. Informationstheoretisch ausgedrückt würde man sagen, dass er mehr Unsicherheit beseitigt als der ursprüngliche Begriff. Führt eine Begriffsklärung zum Aufzeigen einer begrifflichen Ambiguität, dann wird immer noch ein Mehr an Sicherheit über die Unsicherheit des betreffenden Begriffes gewonnen.

Mit dem möglichen "heuristischen Wert der Mathematik bei der Begriffsbildung" meinen wir dagegen bloss den Versuch, mathematische Begriffe in die soziologische Terminologie aufzunehmen. Diesem Aspekt wenden wir uns vorerst zu.

Auf den ersten Blick scheint der Einbezug mathematischer Begriffe in die soziologische Terminologie durchaus nicht abwegig, darf doch das Vokabular keiner Wissenschaft als vollständig und somit abgeschlossen gelten. Für die Soziologie als "junge Wissenschaft" ohne einheitliche Fixierung des Vokabulars und dessen Gebrauchs dürfte dies aber in ganz besonderem Masse zutreffen.

Man könnte somit daran denken, dass ausgehend von begrifflichen "Leerstellen" im soziologischen Begriffsapparat nach mathematischen Begriffen gesucht wird, welche in diese "Leerstellen" eingesetzt werden können. Der Vorteil dieses Vorgehens läge nicht bloss darin, dass dadurch die Bildung neuer (und überflüssiger) soziologischer Fachbegriffe vermieden würde, welche der Kommunikation zwischen den Soziologen, vor allem aber jener zwischen Soziologen und Nicht-Soziologen hinderlich sind, sondern in erster Linie in der Konsequenz, dass der in vielfachen Beziehungen zu anderen mathematischen Begriffen stehende mathematische Begriff dem Soziologen neue und relevante Hinweise liefern könnte, also heuristische Dienste leisten würde.

Es wäre aber auch der umgekehrte Weg denkbar: Auf der Basis einer Analyse mathematischer Begriffe könnte nach möglichen (und dem Soziologen noch nicht bewusst gewordenen) "Leerstellen" in den soziologischen Begriffssystemen gesucht werden. Die so oft beklagte Inkonsistenz der vorliegenden soziologischen Theorieansätze lässt vermuten, dass dieses Vorgehen so sinnlos nicht wäre.

Die Praxis zeigt allerdings, dass einer Realisierung dieser doch vorerst einleuchtenden Spekulationen Barrieren im Wege stehen, die kaum zu überwinden sind. Diese Behauptung mag erstaunen, da in soziologischen Publikationen ja immer häufiger mathematische Fachausdrücke verwendet werden. Zu beachten ist allerdings, dass wir nicht behaupten, eine Verwendung mathematischer Begriffe in soziologischen Arbeiten sei nicht möglich, sondern bloss, dass die mathematischen Ausdrücke schwerlich in ein soziologisches Begriffssystem integriert werden können. Wir illustrieren diese Behauptung vorerst an zwei Beispielen.

LEWIN (1936, 1951) und BROWN (1936 A und B) liessen sich für ihre "topologische Feldtheorie" von geometrischen und physikalischen Ausdrücken wie "Feld", "Richtung", "Distanz" etc. inspirieren. Die heuristische Bedeutung dieser Begriffe als Ausgangspunkt der weiteren Arbeit ist unbestritten. Allerdings wurden diese Begriffe nicht in bestehende psychologische Theoriestücke integriert, sondern bildeten die Bausteine für eine theoretische Alternative, die bestehende Sprache wurde nicht bereichert, es wurde faktisch eine neue geschaffen. Dass dadurch allerdings die Vorteile der ursprünglich geometrischen und physikalischen Ausdrücke, nämlich ihre Präzision, verloren gegangen sind, wird von SOROKIN (1966, S.59) unter anderem mit dem bissigen Hinweis kommentiert, das Ergebnis der Autoren bestehe in der Produktion von "Meaningless bastards disserviceable to physical as well as to psycho-social disciplines". Die "topologische Feldtheorie" wurde hier übrigens nicht deshalb angeführt, weil aus der Soziologie keine äquivalenten Arbeiten vorliegen würden (vgl. z.B. FERREIRA 1939, LINS 1940, MIRANDA 1927), sondern deshalb, weil die entsprechenden soziologischen Arbeiten eine wesentlich geringere Resonanz gefunden haben. Bevor wir uns überlegen, ob die hier verwendeten begrifflichen Bausteine aus der Geometrie und der Physik notwendigerweise zur Entwicklung der "topologischen Feldtheorie" als theoretische Alternative führen mussten, referieren wir unser zweites Beispiel für die Uebernahme mathematischer Begriffe in das Vokabular des Soziologen.

Die Verwendung von aus der mathematischen Informationstheorie oder der Kybernetik stammenden Ausdrücken wie "Information","Entropie", "Redundanz", "Rückkoppelung" etc. in der Umgangssprache, den verschiedensten Wissenschaften und natürlich auch in der Soziologie scheint immer häufiger zu werden (vgl. dazu z.B. KADE und MEISSNER 1971). Leicht wäre man versucht, von einer Modeerscheinung zu sprechen. Doch beschränken wir uns auf die Soziologie und auf den aus der mathematischen Informationstheorie stammenden Informationsbegriff: Dass die Soziologen an diesem Begriff nicht achtlos vorbeigegangen sind (vgl. dazu GUT 1971, S.7ff.), wird kaum erstaunen, ist doch der Austausch von Information ein konstituie-

rendes Merkmal von "Gesellschaft". Der mathematische Informationsbegriff (kurz: Information = Beseitigung von Unsicherheit) kann in der Soziologie nun entweder mit der Intention verwendet werden, den gängigen Informationsbegriff zu ersetzen, oder aber als ergänzender Begriff in das bestehende Vokabular eingefügt werden.

Der ersten Anwendungsmöglichkeit steht allerdings entgegen, dass der (weil mit der Wahrscheinlichkeitstheorie in Zusammenhang gebrachte und somit quantitative) mathematische Informationsbegriff nur einen Teil dessen deckt, was in der Umgangssprache und der Soziologie übrigens uneinheitlich mit "Information" bezeichnet wird (vgl. z.B. EICHHORN et al. 1969, S.220, FAIRCHILD 1944, S.156). Soziologisch so relevante Aspekte von "Information", wie Bedeutung und Wert einer Nachricht, sowie warum diese übermittelt wird (BERNSDORF 1969, S.458), finden in ihm keinen Platz. Die restriktive Fassung des mathematischen Informationsbegriffs lässt aber auch vermuten, dass er (abgesehen von Anwendungen auf ganz spezifische Fragestellungen) in der Soziologie keine wesentliche "Leerstelle" einnehmen kann. Dies umsomehr, als der Informationsbegriff von den Informationstheoretikern selbst nicht einheitlich angewendet wird (vgl. GUT 1971, S.13-14). Von einem heuristischen Wert des mathematischen Informationsbegriffes für die Soziologie kann somit allgemein kaum gesprochen werden. Typischerweise wird der mathematische Informationsbegriff in der Soziologie denn auch häufig als blosse Chiffre verwendet, die nicht weiter analysiert wird. Wo aber mit dem mathematischen Informationsbegriff tatsächlich gearbeitet wird, besteht die Gefahr, dass der Soziologe dadurch nicht inspiriert, sondern von den effektiven Problemen abgelenkt wird (vgl. auch weiter unten auf S.73 in diesem Abschnitt).

Unsere beiden Beispiele haben illustriert, wie mathematische Begriffe in der Soziologie verwendet werden, ohne dass sie in den Begriffsapparat der Soziologie integriert worden sind. Das könnte allerdings ein Zufall sein, der lediglich der Auswahl der angeführten Beispiele zuzuschreiben ist. Wenn wir uns aber die Einsicht vergegenwärtigen, dass auch mathematische Begriffe ihre Be-

deutung erst im Zusammenhang mit anderen zu ihnen in Beziehung stehenden Begriffen (mit der mathematischen Theorie, zu welcher sie gehören) erhalten, dann wird einsichtig, dass das "Schicksal" der hier referierten Begriffe aus der Mathematik symptomatisch ist. Führe ich einen mathematischen Begriff in mein soziologisches Vokabular ein, dann bin ich (falls die Strukturen der mathematischen und der soziologischen Theorien nicht isomorph sind) angesichts seiner Herkunft aus einer mathematischen Theorie gezwungen, entweder ihn (indem ich ihn aus seiner theoretischen Umgebung herauslöse und als blosse Chiffre behandle) oder aber die traditionelle Soziologie (indem ich ausgehend vom mathematischen Begriff eine neue Theorie aufbaue) nicht ernst zu nehmen (vgl. dazu WHORF 1963, S.46). Im zweiten Falle wird man selbstverständlich von einer heuristischen Bedeutung der Mathematik sprechen, nur bezieht sich diese nicht bloss auf die Begriffsbildung, sondern auf die Theorienbildung insgesamt, ein Thema, auf welches wir im nächsten Abschnitt einzutreten haben.

Die heuristische Funktion der Mathematik im Rahmen der Begriffsexplikation müssen wir etwas ausführlicher betrachten. Doch vorerst gilt es wiederum abzugrenzen, von was hier die Rede sein soll und von was nicht.

HELMER (1970, S.209) erwähnt beiläufig, dass mathematische "Modelle häufig ein praktisches Hilfsmittel zur begrifflichen Klärung" darstellen. Diese Aussage präzisiert jedoch nicht, auf welcher Stufe des Forschungsprozesses sie angewandt werden soll. Sie könnte einerseits den Sachverhalt kennzeichnen, dass die Formalisierung einer verbalen Theorie Unklarheiten eines in die Theorie eingegangenen Begriffes aufzuzeigen in der Lage ist, und so die Basis für eine kritische Reflexion des oder der theoretischen Grundbegriffe abgibt, welche über eine Modifizierung des begrifflichen Instrumentariums zu einem neuen Theorieansatz führen kann. Begriffliche Verbesserungen im Zusammenhang mit formalisierten Theorien werden im IV. Kapitel dieser Arbeit untersucht, wo wir von der "kritischen Funktion der Mathematik" sprechen wollen.

Andererseits könnte HELMER aber auch an das gedacht haben, worauf es uns an dieser Stelle ankommt: an die Verwendung mathematischer Begriffe mit dem Ziel, noch allzu vage verbale Begriffe in ihren Dimensionen auszumessen, dadurch zu klären, sie eventuell neu zu fassen oder gar ihre Unbrauchbarkeit nachzuweisen. Derartige Untersuchungen im Vorzimmer der Theorienbildung sollen nun zur Sprache kommen.

Prominente Vorläufer einer derartigen Verwendung der Mathematik finden wir bereits in der griechischen Philosophie, haben doch sowohl PYTHAGORAS als auch PLATO und ARISTOTELES den Begriff der "Gerechtigkeit" durch eine (oder mehrere) mathematische Definition zu präzisieren versucht. Die Pythagoräer haben die Gerechtigkeit durch eine Quadratzahl dargestellt: diese setzt sich aus gleichen Teilen zusammen und drückt somit jene absolute Harmonie aus, welche dem gerechten und sich ebenfalls aus gleichen Teilen zusammensetzenden Staate eigen ist (BARKER 1959, S.19-20).

Der einzige uns bekannte systematische Versuch, mathematische Begriffe als "Modelle" soziologischer Begriffe mit eben dem expliziten Ziel zu verwenden, die soziologischen Begriffe einer inhaltlichen Klärung zu unterziehen, stammt von THIEL (1967). Es ist selbstverständlich nicht möglich, die ausserordentlich umfangreiche Arbeit von THIEL hier auch nur auszugsweise zu referieren. Um die Arbeitsweise von THIEL zu illustrieren, also die Art und Weise, wie er die Mathematik als Instrument zur begrifflichen Klärung verwendet, sollte es aber genügen, wenn an einem exemplarischen Beispiel sein Vorgehen ausführlich dargestellt wird. Die Auswahl des hier zu referierenden Beispieles ist natürlich nicht leicht gefallen. Wir haben uns dabei nicht an das Kriterium der Relevanz des Beispiels für die Soziologie gehalten (ein ohnehin nur schwer operationalisierbares Kriterium), sondern uns vom Ziel leiten lassen, anhand eines einzigen Beispieles möglichst einleuchtend die Vorteile der Arbeitsweise von THIEL darzustellen.

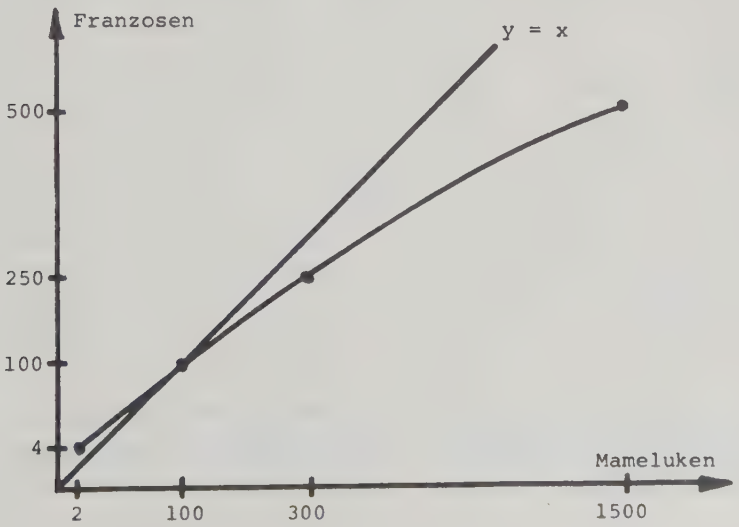
Unser Beispiel beinhaltet eine Untersuchung des in der marxistischen Gesellschaftstheorie zentralen Begriffes des "Qualitätsumschlages". Dieses auf HEGEL zurückgehende Konzept gehört nach der simplifizierenden Version von ENGELS (1968 A, S.348) zusammen mit dem Gesetz von der Durchdringung der Gegensätze und jenem von der Negation der Negation zu den drei Hauptdimensionen der Dialektik. Es besagt, dass bloss quantitative Veränderungen an bestimmten "Knotenpunkten" von Massverhältnissen in qualitative Unterschiede umschlagen, dass auch die quantitative Operation der Teilung an einer gewissen Grenze zu qualitativen Aenderungen führt, und dass schliesslich der Zusammenhang zwischen quantitativen und qualitativen Veränderungen insofern ein notwendiger sei, als eine Qualität ohne eine quantitative Veränderung nicht geändert werden könne. Mit dem Begriff des "Qualitätsumschlages" wird somit auf eine dialektische Einheit von Qualität und Quantität abgezielt, wobei MARX (1968, S.345ff. und S.326-327) sich in erster Linie an gesellschaftlichen Prozessen orientiert, während ENGELS (1968 A, S.42, S.120 und 1968 B, S.348ff.) vorwiegend im Bereiche der Naturwissenschaften operiert. Wir wollen hier die begriffliche Verwendung von "Qualität" und "Quantität" unreflektiert übernehmen; das Verhältnis dieser beiden Begriffe wird den Gegenstand einer Untersuchung im nachfolgenden Kapitel bilden.

Zur Illustration des "Qualitätsumschlages" verwendet ENGELS (1968 A, S.120) ein Beispiel, welches an eine Beobachtung von NAPOLEON anschliesst: "Dieser (Napoleon) beschreibt das Gefecht der schlechtreitenden, aber disziplinierten französischen Kavallerie mit den Mameluken, der für das Einzelgefecht unbedingt besten aber undisziplinierten Reitern ihrer Zeit, wie folgt: 'Zwei Mameluken waren drei Franzosen unbedingt überlegen; 100 Mameluken standen 100 Franzosen gleich; 300 Franzosen waren 300 Mameluken gewöhnlich überlegen; 1000 Franzosen warfen jedesmal 1500 Mameluken.' - Gerade wie bei MARX eine bestimmte, wenn auch veränderliche, Minimalgrösse der Tauschwertsumme nötig war, um ihren Uebergang in Kapital zu ermöglichen, gerade so ist bei Napoleon eine bestimmte Minimalgrösse der Reiterabteilung nötig, um der in der geschlossenen Ordnung und planmässigen Verwendbarkeit liegenden Kraft der

Disziplin zu erlauben, sichtbar zu werden und sich zu steigern bis zur Uebermacht selbst über grössere Massen besser berittener, gewandter reitender und fechtender, und mindestens ebenso tapferer irregulärer Kavallerie."

Die von NAPOLEON angegebenen vier Zahlenrelationen kennzeichnen die Ueberlegenheit der Mameluken über die Franzosen, die Ueberlegenheit der Franzosen über die Mameluken und den Gleichstand. NAPOLEON hätte auch ohne an der inhaltlichen Aussage etwas zu verändern die Zahlenrelationen jeweils z.B. für den Punkt des Gleichstandes angeben können; hypothetisch etwa: 2M = 4F, 100M = 100F, 300M = 250F, 1500M = 500F. Diese vier Zahlenrelationen können nun durch eine nichtlineare Funktion dargestellt werden. Nehmen wir an, diese Funktion sei stetig, dann kann sie durch die nachstehende Graphik repräsentiert werden, in welcher die Gerade y = x die quantitative Gleichheit von Mameluken und Franzosen repräsentiert. Würde eine fixe Zahlenrelation zwischen den Franzosen und den Mameluken bestehen, dann wäre diese Bedingung durch eine lineare Funktion der Form y = ax + b gegeben.

Die am Beispiel der beiden Reiterheere vorgenommene Konkretisierung des Begriffes "Qualitätsumschlag" (sie hätte ebensogut anhand eines anderen Beispieles vorgenommen werden können) führt



unmittelbar zum folgenden Schluss: Der Begriff des "Qualitätsumschlages" ist durch den mathematischen Begriff der "Nichtlinearität" einer Funktion darstellbar. Ferner kann aus einer Inspektion der Graphik (oder aus dem Verständnis nichtlinearer Funktionen) ein weiteres Ergebnis gewonnen werden: Die Rede vom "Qualitätsumschlag" ist der Rede, dass das Ganze nicht gleich der Summe seiner Teile sei, äquivalent. Das bedeutet, dass es uns gelungen ist, zwei in der verbalen Sprache unterschiedlich bezeichnete Aussagen auf eine einzige zurückzuführen. Abgesehen davon beinhaltet unser erster Schluss zunächst aber noch nicht mehr als eine blosse Uebersetzung, eine Umbenennung.

Der Sachverhalt, dass der Begriff des "Qualitätsumschlages" durch jenen der "Nichtlinearität" von Funktionen darstellbar ist, eröffnet uns jedoch neue Perspektiven der Analyse: Ueber eine Analyse der nichtlinearen Funktionen kann ein differenziertes Verständnis des "Qualitätsumschlages" erreicht werden. Dazu einige Hinweise:

(1) Die Gliederung der nichtlinearen Funktionen in stetige und nichtstetige Funktionen liefert uns eine Unterscheidung der Qualitätsumschläge in solche, welche sich allmählich vollziehen, und andere, die plötzlich stattfinden. Dabei ist auch daran zu denken, dass Qualitätsumschläge sich allmählich vollziehen können, obgleich sie sich für unser Erkenntnisvermögen als nichtstetige Funktionen präsentieren. (2) Bildet man jeweilen die Differenz zwischen der nichtlinearen Funktion und der die Bedingung der Gleichheit widerspiegelnden Geraden $y = x$, erhält man eine weitere Spezifizierung: "Diese Differenz wechselt im Schnittpunkt von Kurve und Gerade ihr Vorzeichen. Sie gibt uns eine Vorstellung, wie die Ueberlegenheit einer Partei mit zunehmender Zahl der Kämpfer geringer wird und in ihr Gegenteil umschlägt, indem die Differenz das entgegengesetzte Vorzeichen annimmt" (THIEL 1967, S.344). (3) Eine Untersuchung der Steigung und der Elastizität einer bestimmten nichtlinearen Funktion ermöglicht uns "die Korrelation von qualitativen und quantitativen Aenderungen begrifflich zu fassen und messbar zu machen" (THIEL 1967, S.344). (4) Wollen wir untersuchen, ob in einer bestimmten nichtlinearen Funktion (bzw. in einem konkreten Fall des

Qualitätsumschlages) das "Umschlagen in das Gegenteil" enthalten ist (wie z.B. bei der nichtlinearen Funktion der obigen Graphik) oder nicht (wie z.B. bei der Funktion $y = e^x$), und an welcher Stelle dieser Umschlagsprozess stattfindet, haben wir die erste und die zweite Ableitung der Funktion zu bestimmen: Das "Umschlagen in das Gegenteil" äussert sich dann als ein Maximum oder ein Minimum der ersten und als eine Nullstelle der zweiten Ableitung.

Anhand dieses Beispieles aus der Mottenkiste des Marxismus ist deutlich geworden, was von einer Konfrontation von soziologischen mit mathematischen Begriffen erwartet werden kann: das Aufzeigen von Dimensionen, welche hinter einem verbalen Begriff stehen, die mit diesem zweifellos oftmals mitgedacht, aber nie explizit ausformuliert werden, eine begriffliche Klärung, die nicht einer begrifflichen Simplifizierung gleichkommen muss.

Es ist jedoch nicht zu übersehen, dass diese Klärung nicht durch die unmittelbare Uebersetzung von "Qualitätsumschlag" in "nichtlineare Funktion" erreicht wurde. Dieser Uebersetzung ging ja eine verbale Konkretisierung von "Qualitätsumschlag" anhand des Beispieles von NAPOLEON voraus. Bei dieser Konkretisierung (welche, wie bereits erwähnt, auch anhand eines anderen Beispieles hätte vorgenommen werden können) handelt es sich wohlverstanden nicht um eine unzulässige, vereinfachende Spezifizierung des fraglichen Begriffes, weil ein anderes Beispiel zu einer äquivalenten begrifflichen Konkretisierung geführt hätte. Nicht diese verbale Konkretisierung war es aber, welche die oben skizzierten Wege für konkrete Spezifizierungen des fraglichen Begriffes eröffneten, sondern erst die operablen Möglichkeiten, welche sich durch den äquivalenten mathematischen Begriff ergaben. Schliesslich soll beachtet werden, dass derartige Ueberlegungen am mathematischen "Modellbegriff" auch in unserem Beispiel grundsätzlich ohne eine quantitative Spezifizierung der Funktion möglich sind.

Auch wenn das angeführte Beispiel für die Schulsoziologie keine materielle Bedeutung besitzt, illustriert es doch vortrefflich, was die Mathematik zur Klärung von verbalen Begriffen beitragen

kann. Es wäre aber falsch zu glauben, diese Einsatzmöglichkeit der Mathematik sei von den Marxisten "gepachtet" worden. So sieht beispielsweise KERSCHNER (1970, S.1229) die Hauptfunktion der Kybernetik in der Politischen Wissenschaft gerade darin, "to highlight the essential bancruptcy of the language used as well as providing a guide for new conceptualization". Das einzigartige am Versuch THIELS liegt bloss darin, dass er ganz bewusst seine Untersuchungen auf die Frage angesetzt hat, was die Mathematik zur Begriffsklärung beitragen könne. In der Schulsoziologie sind ähnliche Resultate erreicht worden, ohne dass diese Fragestellung explizit gesetzt worden wäre (eine Ausnahme macht BOUDON 1971 C, S.241ff.), häufig auch bloss als Nebenprodukte von Operationalisierungs- oder Formalisierungsversuchen. Wir möchten dies anhand dreier Beispiele knapp belegen.

Im Zusammenhang mit der aus dem Streben nach grösstmöglicher Präzision sich herleitenden Maxime: ein Begriff ist "theoretisch umso brauchbarer, je mehr mathematische Operationen mit ihm ausgeführt werden können", da "je mehr mathematische Operationen mit Begriffen durchgeführt werden können" umso "präzisere Erklärungen und Voraussagen" erzielt werden (OPP 1970 B, S.147 und S.148),und der weitgehend "deskriptiven Tendenz" der Soziologie (BOUDON 1971 A, S.15) hat sich in der Soziologie die Verwendung spezifischer Quotienten durchgesetzt. Der aus der Arithmetik und der Algebra stammende Begriff des "Quotienten" beinhaltet die Vorschrift, dass eine Zahl durch eine andere Zahl zu dividieren sei (algebraisch ausgedrückt: a dividiert durch b oder $\frac{a}{b}$), wobei im Zähler und im Nenner beliebig komplexe Ausdrücke stehen können. Ein derartiger Quotient kann nun soziologisch interpretiert werden, indem den in der Mathematik uninterpretierten Ausdrücken im Zähler und im Nenner soziologisch relevante Dimensionen zugeordnet werden.

Viele Beispiele derartiger Begriffsbildungen finden sich z.B. im Bereiche der Mobilitätsliteratur (z.B. DURBIN 1955, LIVI 1950, MUKHERJEE 1954, TUMIN und FELDMAN 1957, YASUDA 1964). Dort zeigt sich denn auch deutlich, dass die Formulierung von soziologisch interpretierten Quotienten so unproblematisch nicht ist. Im allgemeinen liefern diese Quotienten nämlich bloss Anweisungen, wie sie

zu berechnen sind, ohne dass genügend untersucht würde oder in einem genügenden Ausmass verstehbar gemacht wird, was der begriffliche Inhalt dieser Mobilitätsquotienten darstellt. Die Konsequenz ist, dass wohl mit präzisen operationalisierten Begriffen gearbeitet und argumentiert wird, dass aber nicht hinreichend abgeklärt ist, von was eigentlich gesprochen wird. Problematisch wird die Verwendung der Quotienten aber spätestens in dem Augenblick, wo sie unbesehen und ohne Einschränkung an die Stelle von (unklaren aber auch umfassenderen) Begriffen wie "Ausmass der Mobilität" gesetzt werden.

Die Ausformulierung der vielfältig divergierenden Mobilitätsquotienten hatte aber als eigentlich unbeabsichtigtes "Nebenprodukt" die Mobilitätsforscher auf den für uns hier relevanten Sachverhalt aufmerksam gemacht, dass die Rede vom "Ausmass der Mobilität" ganz ausserordentlich unklar und mehrdeutig ist. Durch die Bildung der Mobilitätsquotienten wurde somit der Begriff des "Mobilitätsausmasses" in seinen vielfältigen Dimensionen ausgemessen, und so eigentlich unbeabsichtigt ein Beitrag zur Klärung dieses Begriffes geleistet.

Auch unser zweites Beispiel entnehmen wir der Mobilitätsdiskussion. Es unterscheidet sich vom vorangehenden insofern, als hier nun nicht das Ziel einer Operationalisierung im Vordergrund gestanden hat, sondern jenes, einem häufig wenig reflektierten Begriff einen präziseren Inhalt zu geben. Wir meinen hier das in der Mobilitätsdiskussion zentrale neoliberale Konzept der "Chancengleichheit". Wie BOTTOMORE (1964, S.148-149) ausführt, ist dieses Konzept aber insofern widersprüchlich, als es gleichzeitig Gleichheit und Ungleichheit voraussetzt, Ungleichheit insofern, als es die Existenz einer geschichteten Gesellschaft impliziert, und Gleichheit in der Weise, als angenommen wird, dass diese Ungleichheit überwunden werden könne. "Ungleiche" (das meint dieser Begriff) müssen wie "Gleiche" handeln.

Der Begriff der "Chancengleichheit" wird in der Mobilitätsliteratur im allgemeinen nicht annähernd so eingehend reflektiert wie bei BOTTOMORE. Deshalb bedeutet die Interpretation dieses Begrif-

fes durch jenen der "statistischen Unabhängigkeit zweier Mobilitätsvariablen" oder der "perfekten Mobilität" einen (ja bereits durch ARISTOTELES erstmals unternommenen) ernsthaften Versuch, dem Begriff eine präzisere Bedeutung zu geben. Chancengleichheit oder perfekte Mobilität bezüglich der intergenerationellen Mobilität in einem Zwei-Schichten-Modell skizziert schematisch die untenstehende Tabelle:

		Schicht des Sohnes		
		Obersch.	Untersch.	total
Schicht des Vaters	Oberschicht	1	2	3
	Unterschicht	2	4	6
	total	3	6	9

Mit dieser Festsetzung wurde (und das ist hier für uns wichtig) eine präzise Umschreibung des Begriffes "Chancengleichheit" erreicht: Chancengleichheit bedeutet die Chance eines Individuums unabhängig von seiner Zugehörigkeit zu einer bestimmten Ausgangsschicht (im Beispiel: die Schichtzugehörigkeit des Vaters) eine bestimmte Schichtzugehörigkeit erreichen zu können (MUKHERJEE und HALL 1954, S.225). Unsere Tabelle unterstreicht auch deutlich die Richtigkeit der Argumentation von BOTTOMORE, indem sie zeigt, dass bei der Realisierung der Chancengleichheit bestimmte Aspekte der durch die Schichtung der Gesellschaft bewirkten Konsequenzen irrelevant werden.

Abgesehen davon hatte die Ersetzung des Begriffes der "Chancengleichheit" durch jenen der "perfekten Mobilität" aber auch Konsequenzen für die empirische Forschung: Aus dem Vergleich empirischer Mobilitätstabellen mit den aufgrund der perfekten Mobilität erwarteten Mobilitätsrelationen wurde in der Folge eine ganze Reihe von Indizes der Assoziation entwickelt (GLASS 1954, DURBIN 1955, YASUDA 1964), welche von GLASS (1954) und ROGOFF (1953) erstmals in empirischen Untersuchungen eingesetzt wurden mit eben dem Ziel, Mobilitätsmuster vergleichbar zu machen. MUKHERJEE und HALL (1954) entwickelten zudem Signifikanztests für diese Indizes. Die anschliessende Diskussion über die Indizes (BILLEWICZ 1955, SCOTT

1955, SVALASTOGA 1961) zeigte dann allerdings die Problematik dieser Versuche bzw. die Schwierigkeiten einer Interpretation der Indizes, so dass man folgern muss, die mathematische Interpretation des Begriffes der Chancengleichheit sei für die Analyse empirischer Mobilitätsmuster wenig geeignet. Später wurde dann allerdings durch die Arbeiten von GOODMAN (1965) und WHITE (1963 B) der Bezug zur Empirie erfolgreicher hergestellt, indem aus den "Modellen der perfekten Mobilität" solche der "quasiperfekten Mobilität" hergeleitet wurden, in denen verschiedene differenzierte Annahmen über das Muster der Schichtvererbung enthalten sind, und für welche ebenfalls Computerprogramme entwikkelt worden sind (GOODMAN 1964).

Wenn diese Ansätze auch zugegebenermassen nicht mehr als das bescheidene Niveau der Mobilitätsdiskussion widerspiegeln, so ist doch festzuhalten, dass sie zur Klärung des Begriffes der "Chancengleichheit" insofern etwas beigetragen haben, als dieser nun am Ende eines Kontinuums von quasiperfekter Mobilität zu lokalisieren ist (Andere mathematische Formulierungsmöglichkeiten von "Gleichheit" und "Ungleichheit" finden sich bei ALKER 1965, S.32ff., ebenso graphische Darstellungsmöglichkeiten wie die sog. LORENZ-Kurve).

Die beiden angeführten Beispiele sind insofern nicht repräsentativ, als die Begriffsklärungen jeweilen zu einer gewissen "Mathematisierung" der fraglichen Begriffe geführt haben. Zwar wurde z.B. der Begriff der "Chancengleichheit" durch jenen der "perfekten Mobilität" nicht eigentlich ersetzt, sondern bloss interpretiert. Immerhin möchten wir mit unserem dritten Beispiel belegen, dass die Interpretation eines verbalen durch einen mathematischen Begriff auch viel freier erfolgen kann: STINCHOMBE (1968, S.164ff.) hat (angeregt durch Kenntnisse der Informationstheorie) versucht, den in der Soziologie ebenso schwer fassbaren wie zentralen Begriff der "Macht" mit dem Beitrag an Information gleichzusetzen, der einem Beobachter nach Kenntnis einer Entscheidung der Entscheidungseinheit neu hinzugefügt wird.

Durch diese Deutung von "Macht" wird zunächst einmal ein Mass gewonnen, das hier in der Differenz an Information des Beobachters vor und nach der Entscheidung der Entscheidungseinheit besteht. Ferner können aber auch soziologisch durchaus relevante Folgerungen abgeleitet werden, etwa der Zusammenhang zwischen Macht und Administration und inbezug auf die die Macht vergrössernde Funktion differenzierender Sanktionssysteme (STINCHOMBE 1968, S.164-167). Schliesslich erlauben die grundsätzlich die Informationsübermittlung verschlechternden Faktoren eine Formulierung der Ursachen einer Verminderung von Machtausübung (S.171-172).

Typisch an diesem Beispiel ist die Tatsache, dass die Informationstheorie für STINCHOMBE nicht mehr als eine erste und in allen anschliessenden Gedankengängen und Anwendungen ständige Anregung darstellt, ohne dass irgendwelche "Mathematisierungsversuche" unternommen werden. Festzuhalten ist allerdings, dass hier von einer Begriffsklärung eigentlich bloss in negativem Sinne zu sprechen ist: der Versuch zu einer Begriffsklärung führte offensichtlich zu einer Simplifizierung des Machtbegriffes, zu einer eigentlichen Begriffsamputation. Um nur einen Hinweis zu geben: Durch die Umformulierung des Machtbegriffes ist der Zusammenhang zwischen Macht und Interesse vollständig verloren gegangen.

Damit illustriert unser letztes Beispiel aber auch die im Zusammenhang mit Begriffsklärungen mittels mathematischer Begriffe stets vorhandene Gefahr, dass der fragliche Begriff nicht eigentlich geklärt, sondern bloss neu und vereinfachend definiert wird. Davon hebt sich das Vorgehen von THIEL vorteilhaft ab, der sich explizit dem Ziel der Begriffsklärung verschrieben hat, den fraglichen verbalen Begriff ernst nimmt, die hinter ihm stehenden Dimensionen zu analysieren versucht und ohne zu simplifizieren die Möglichkeiten mathematischer Formulierungen ausnützt. Der heuristische Wert der Mathematik bei der Begriffsexplikation scheint uns unbestreitbar zu sein, ebenso allerdings die dadurch sich anbietenden Gefahren von Simplifizierungen, welche sich umso leichter vermeiden lassen, je bewusster das Ziel der Begriffsexplikation gesetzt und verfolgt wird.

DER HEURISTISCHE WERT DER MATHEMATIK ALS IDEENPOTENTIAL BEIM ENTWURF SOZIOLOGISCHER THEORIEN:

Wird man mit einer soziologischen Theorie in mathematischer Form konfrontiert, dann ist nicht immer ohne weiteres auszumachen, ob es sich dabei (a) um eine Uebersetzung einer verbalen Theorie in die mathematische Sprache, oder (b) um eine Neuschöpfung einer soziologischen Theorie handelt, welche ausgehend von einer oder mehreren mathematischen Theorien entwickelt wurde, indem der oder den vorgegebenen mathematischen Theorien bestimmte soziologische Interpretationen zugeordnet wurden, um eine soziologische Theorie also, die ihre ersten grundlegenden Ideen der Mathematik und nicht etwa der Soziologie entliehen hat.

An dieser Stelle haben wir uns mit der unter (b) erwähnten Verwendung der Mathematik zu befassen. Es ist allerdings kaum denkbar, dass die beiden Einsatzmöglichkeiten der Mathematik in konkreten Anwendungen rein vorkommen: Bei der Uebersetzung einer verbalen Theorie in eine mathematisch formulierte werden sich die inhaltlich-soziologischen und die formal-mathematischen Aspekte gegenseitig beeinflussen, selbst wenn zu diesem Zwecke ein spezielles mathematisches Instrumentarium eigens entwickelt wird, und auch bei der Verwendung der Mathematik als grundlegendes Ideenpotential für die Neuschöpfung soziologischer Theorien wird man vom soziologischen Hintergrundwissen kaum vollständig abstrahieren können. Vom Ziel unserer Arbeit her erweist es sich trotzdem als notwendig, die beiden Varianten auseinander zu halten und zunächst für die als "rein" gedachte Variante (b) zu untersuchen, in welcher Weise die Mathematik sich einsetzen liesse, und auf welche Art dies in der Praxis auch tatsächlich geschehen ist. Vorerst müssen wir aber schärfer umreissen, was überhaupt unter der hier zu betrachtenden Funktion der Mathematik zu verstehen ist.

THIEL (1967, S.13) formulierte den Vorschlag, dass der Gesellschaftswissenschaftler eine mathematische Disziplin suchen könnte, welche geeignet ist, ihm als "Kalkül" zu dienen, und LACHMANN

(1963, S.79ff. und S.420) präzisiert seinen Modellbegriff in der Weise, dass "ein Modell seine Regeln einem bereits bestehenden System, nämlich der Mathematik, entnimmt und diese gewissermassen 'probeweise' einem Objektbereich zuordnet ...". "Die Verwendung des Wortes 'Modell' soll zu erkennen geben, dass wir es mit Kalkülen zu tun haben, die der Mathematik, also einem anderen System, entlehnt ... worden sind." Schliesslich leitet Steiner-MACCIA (Paper 62-110, S.4ff.) aus der begrifflichen Unterscheidung von "model for" und "model of" den Begriff des "devising model" ab, womit ein "model for" gemeint ist, welches eingesetzt wird, um eine konkrete Theorie zu ersinnen. Obwohl die drei Autoren eine unterschiedliche Sprache sprechen, ist es offensichtlich, dass THIELS Suche nach mathematischen Kalkülen identisch ist mit LACHMANNS Einsatz von Modellen und Steiner-MACCIAS Verwendung von (mathematischen) "devising models".

Falls es sich beim "devising model"(nach der Terminologie von Steiner-MACCIA, welche im folgenden verwendet wird) um einen mathematischen Aussagenkomplex handelt, übernimmt die Mathematik jene Funktion im Vorzimmer der Theorienbildung, welche hier zu besprechen ist. Zur Beschreibung der damit verbundenen Forschungsstrategie halten wir uns an Steiner-MACCIA.

Dabei ist es unerlässlich, vorerst die für uns relevanten Teile des von Steiner-MACCIA (Paper 62-114, S.1-7) entwickelten Begriffsapparates zur Klassierung von Modellen zu skizzieren. Unter einem Modell versteht sie Objekte und Charakterisierungen, welche bestimmte Zwecke erfüllen: "In the first use, the object or characterization is a model of whatever is being represented; and in the second use, the object or characterization is a model for whatever is represented in. A model of would be a representional model, while a model for would be a non-representional" (S.3-4). Die Unterscheidung zwischen den "models of" und den "models for" sei anhand eines Beispieles von Steiner-MACCIA (Paper 62-110, S.4-5) illustriert: Ein junges Mädchen, das von einer Werbeagentur angestellt wird, um mit seinem Bild für irgendwelche Produkte zu werben, wird vom Werbemanager nach dem Kriterium ausgewählt, wie gut sein Aussehen dem allgemein vorherrschenden Ideal des "jungen

Mädchens" entspricht: es ist ein "model of", ein Modell oder Abbild des Ideals. Sein Erscheinen im Inseratenteil von Zeitschriften kann im folgenden aber dazu führen, dass es in den Augen seiner Betrachter zu einem "model for", zu einem Modell oder Vorbild wird, nach welchem sich die jungen Mädchen allgemein ausrichten.

Handelt es sich beim "model for" nun nicht um ein junges Mädchen, sondern um eine Theorie, welche dazu verwendet werden soll, durch eine bestimmte andere Theorie repräsentiert zu werden, dann spricht Steiner-MACCIA (Paper 62-110, S.7-11) von einem "devising model" einem Modell, das dazu eingesetzt werden soll, eine neue Theorie zu formulieren: "A theory X is a devising model for a theory Y, when 1. Y contains substance or form or both, Z, from X, 2. whatever is true of X is true of Y, but 3. not whatever is true of Y is true of X" (S.10). Die Aussagen des "devising model" lassen sich somit stets auf die "Theorie" übertragen, während nicht alle Aussagen der "Theorie" im "devising model" abgebildet sind. Die Relation zwischen "devising model" und "Theorie" ist somit keineswegs symmetrisch, zwischen ihnen besteht keine absolute Isomorphie.

Der Einsatz von "devising models" stellt keine originelle Erfindung von Steiner-MACCIA dar: Aus der Physik kennen wir etwa den Sachverhalt, dass die Theorie der Mechanik faktisch als ein "devising model" für die Entwicklung der Theorie der Elektrizität gedient hat, und auch für die Soziologie haben wir gelegentlich von nicht-soziologischen Ansätzen gesprochen, welche implizit die Funktion eines "devising models" gespielt hatten. Steiner-MACCIA (Paper 62-111, S.5) definiert das "devising model" allerdings weit schematischer, was auch aus dem simplen, aber recht illustrativen Beispiel hervorgeht, in welchem sie eine "Theorie des Augenblinkens" als "devising model" für eine "Educational Theory" verwendet. Dort werden Modellaussagen wie "Either the eyes are or are not covered by lids" in die Theorieaussage "Either the student is distracted ('mind' is closed) or attentive ('mind' is opened)", oder "Blinking may be either reflexive or non-reflexive" in "Distraction may be either non-voluntary or voluntary" übergeführt.

Das von Steiner-MACCIA (Paper 65-180, S.12) vorgeschlagene methodische Vorgehen zur Theorienbildung kann allgemein durch die untenstehende Sequenz wiedergegeben werden:

Basistheorie —Modellbildung→ Theoriemodell —Retroduktion→ Zieltheorie

Eine Basistheorie ist somit als Ausgangspunkt und Grundlage eines Theoriemodells zu bestimmen; das Theoriemodell ist dann inhaltlich mit den Begriffen der angestrebten Zieltheorie zu füllen, ein Vorgang, den Steiner-MACCIA mit dem Ausdruck "retroduction" belegt (die Ausdrücke "Basistheorie" und "Zieltheorie" stammen dagegen nicht von Steiner-MACCIA). In der Terminologie von TACK (1969, S.244) geht es dabei darum, zwischen der Basistheorie bzw. dem Theoriemodell und der Zieltheorie Zuordnungsregeln (den "Korrelator") festzulegen. Diese Festsetzung führt uns dann unmittelbar zur angestrebten Zieltheorie.

Ausgehend von der eben skizzierten Konzeption von Steiner-MACCIA halten wir fest, dass unser Interesse hier nur einer ganz bestimmten Klasse von Basistheorien und Theoriemodellen gilt: den mathematisch formulierten. Andererseits stellt das Vorgehen Steiner-MACCIAS seinerseits nur eine Klasse der uns interessierenden Strategien dar, kann doch die Mathematik auch durchaus heuristische Dienste beim Entwurf soziologischer Theorien leisten, ohne dass das ganze Programm von Steiner-MACCIA rigoros durchgeführt wird, d.h. namentlich, ohne dass aus dem bestehenden mathematischen Aussagenkomplex ein explizites Theoriemodell extrahiert wird. Die Frage, ob dieser Arbeitsgang im konkreten Fall erforderlich ist, hängt in erster Linie von der Komplexität der Basis- und Zieltheorie ab. Ferner ist es für uns irrelevant, ob die Zieltheorie schliesslich mathematisch oder verbal ausformuliert wird. Uns interessieren im folgenden alle mathematischen "devising models", welche als Anregung zur Bildung einer beliebig ausformulierten soziologischen Theorie Verwendung finden.

Nachdem wir die hier zur Diskussion stehende Einsatzmöglichkeit der Mathematik anhand der Konzeption von Steiner-MACCIA in den Prozess der Theorienbildung eingeordnet haben, sollte nun eine

Abklärung erfolgen, auf welche Art die Mathematik in dieser Weise bereits in der soziologischen Theorienbildung nutzbar gemacht worden ist. Ferner gilt es zu überlegen, worin allenfalls die Problematik dieses Vorgehens zu suchen ist.

Wenn auch keiner der "grossen" soziologischen Theorien die Mathematik zu Gevatter stand, so besteht doch kein Zweifel, dass mathematische Aussagenkomplexe recht häufig als Basen unter anderen für die Theorienbildung in der Soziologie verwendet werden. Allerdings ist es in den meisten Fällen kaum auszumachen, in welcher Phase des Theorienbildungsprozesses die Mathematik tatsächlich herangezogen wurde. Deshalb ist es auch nicht möglich zu untersuchen, ob sich die so entstandenen soziologischen Theorien durch bestimmte gemeinsame Merkmale auszeichnen. Wir müssen uns deshalb damit begnügen, zwei nach formalen Kriterien ausgwählte exemplarische Beispiele zu referieren.

Elisabeth Steiner-MACCIAS und George S. MACCIAS (1966) Konstruktion einer "Educational Theory" führte über ein Theoriemodell, welches hauptsächlich aufgrund mathematischer Theorien formuliert worden war. Die resultierende Theorie wurde teilweise verbal formuliert. Die Anregungen, welche PRAIS (1955 A und 1955 B), BLUMEN, KOGAN und McCARTHY (1955) und später MATRAS (1960) von der Theorie der Markovketten gewannen und für die Bildung einer Mobilitätstheorie auswerteten, stehen als Beispiel für jene Versuche, welche das Ideenpotential der Mathematik unmittelbar und wenig umgeformt als Anregung einsetzen und so zu einer mathematisierten soziologischen Theorie vorstossen.

Um die Eigenschaften der Markovprozesse beschreiben zu können, gehen wir aus von einer bestimmten endlichen Zahl von (hier diskreten) Zuständen 1, 2, 3, ... z, welche auf verschiedene Zeitpunkte t, t+1, t+2, etc. bezogen werden können. Die Verteilung irgendwelcher Elemente auf diese Zustände zur Zeit t bezeichnen wir mit dem Vektor $a_t(a_{1t}, a_{2t}, a_{3t}, \ldots, a_{zt})$, jene zur Zeit t+1 mit dem Vektor $a_{t+1}(a_{t+1}, a_{2t+1}, a_{3t+1}, \ldots, a_{zt+1})$, die Matrix der Ueber-

gangswahrscheinlichkeiten von den Zuständen zur Zeit t nach den Zuständen zur Zeit t + 1 mit M, sowie die einzelnen Uebergangswahrscheinlichkeiten mit p_{ij}.

Die Beziehung

$$a_t \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \cdots & p_{1z} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \cdots & p_{2z} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ p_{z1} & p_{z2} & p_{z3} & \cdots & p_{zz} \end{bmatrix} = a_{t+1}$$

drückt die grundlegende Markovhypothese (von Markovprozessen erster Ordnung) aus. Sie besagt, dass die Wahrscheinlichkeit des Uebergangs von einem Zustand zur Zeit t in einen Zustand zur Zeit t+1 ausschliesslich abhängig ist von der Lokalisation in einem bestimmten Zustand zur Zeit t. Ist die Matrix M konstant für die Periode t-2 bis t-1, die Periode t-1 bis t, die Periode t bis t+1, etc., dann spricht man von der Konstanz der Uebergangswahrscheinlichkeiten oder von einer Homogenität des Markovprozesses (BOUDON 1967, S.274ff.).

PRAIS (1955 A und 1955 B) ist die entscheidende Entdeckung zu verdanken, dass diese Markovhypothese angewendet auf die Frage nach den Ursachen der sozialen Mobilität eine mögliche Antwort, eine Hypothese liefert. Auf die spezielle Problemlage der Mobilität übertragen bezeichnen nun a_t und a_{t+1} die Schichtverteilungen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten und M die entsprechenden Mobilitätswahrscheinlichkeiten oder -häufigkeiten. Bei dieser Interpretation besagt die Markovhypothese, dass die Schichtzugehörigkeit eines Individuums im Zeitpunkt t+1 einzig von dessen Schichtzugehörigkeit im vorangehenden Zeitpunkt t abhängt. Unter der Voraussetzung der empirischen Adäquanz der Markovhypothese sowie der Konstanz der Uebergangswahrscheinlichkeiten kann nun die Verteilung der sozialen Schichten zu einem beliebigen Zeitpunkt, etwa n, durch die Beziehung

$$a_t \, M^n = a_n$$

errechnet werden. Diese hypothetische Verteilung lässt sich zur Ueberprüfung der Hypothese mit der empirischen Schichtverteilung zum Zeitpunkt n vergleichen.

Die Verwendung von Markovketten ist nicht nur als ein (wie sich allerdings gleich zeigen wird: höchst unzuverlässiges) Hilfsmittel zum Zwecke von Prognosen zu betrachten. Vielmehr wurde dadurch eine eminent soziologische Hypothese formuliert, die Annahme eben, dass nicht die gesamte "Vergangenheit" eines Individuums seine Mobilität bestimmt, sondern seine Zugehörigkeit zu einer Schicht zu einem vorangehenden Zeitpunkt, und dass zwischen den einzelnen Schichten bestimmte unterschiedliche Mobilitätsbarrieren existieren.

Aus der Theorie der Markovketten konnte PRAIS ferner drei soziologisch relevante Theoreme ableiten, von welchen wir hier nur das erste erwähnen: Falls die Multiplikation der Matrix M genügend oft wiederholt wird (falls n gegen unendlich strebt), nimmt die Matrix M den Grenzwert L an, was sich dadurch äussert, dass L nun identische Zeilen aufweist:

$$\lim_{n \to \infty} M^n = L = \begin{bmatrix} p_1 & p_2 & p_3 & \cdots & p_z \\ p_1 & p_2 & p_3 & \cdots & p_z \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \\ p_1 & p_2 & p_3 & \cdots & p_z \end{bmatrix}$$

Das bedeutet auch, dass die Verteilung der Individuen auf die einzelnen Schichten nach Ablauf einer genügend langen Zeitperiode nach einer Gleichgewichtsverteilung strebt, nach einer konstanten Schichtverteilung, welche für beliebige weitere Zeitperioden konstant bleibt.

Der hier auszugsweise referierte Ansatz von PRAIS wurde im folgenden von mehreren Autoren in verschiedenen Richtungen erweitert: MATRAS (1960) berücksichtigt für die Bestimmung einer Verteilung a_{t+1} auch die Berufsverteilung der Väter, KEYFITZ (1964) führt unterschiedliche Mortalitäts- und Fruchtbarkeitsraten ein und BLUMEN et al. (1955) verändern die Markovhypothese angesichts der Tat-

sache, dass sie sich als empirisch wenig adäquat erwies, in der Weise, dass sie neben der Gruppe der "mover" (welche wie bis anhin den Gesetzen der Markovprozesse gehorchen) eine zweite Gruppe der "stayer" einführen (welche mit der Wahrscheinlichkeit 1 während der untersuchten Periode in derselben Schicht verbleiben). Zu diesem rechnerisch wesentlich anspruchsvolleren Ansatz entwickelte GODMAN (1961) schliesslich ein verbessertes methodisches Instrumentarium.

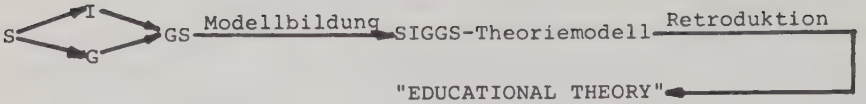
Das "Schicksal" der Markovprozesse in der Mobilitätsforschung zeigt, wie die Entdeckung der soziologischen Relevanz einer mathematischen Theorie lawinenartig zu einer umfangreichen Zahl von Arbeiten führte, und wie die zunächst ausserordentlich simple Hypothese Differenzierungen durch die Einführung weiterer Bedingungen hervorrief. Auch wenn die Formulierung einer soziologisch relevanten Hypothese mit Hilfe der Theorie der Markovketten zweifellos den positiven Effekt mit sich brachte, dass diese Hypothese eindeutig widerlegt werden konnte, und andere differenziertere Hypothesen und Folgerungen ebenfalls mit der Empirie konfrontiert werden konnten, wird der kritische Leser einwenden, auch die "verbesserten" Versionen der Markovhypothese böten eigentlich nur eine sehr povere "Erklärung" der sozialen Mobilität an. Ein Vergleich mit anderen Erklärungsversuchen zeigt allerdings, dass diese ebenso simpel (z.B. Schichtvererbung) oder aber wenig konzise (Angabe einer Vielzahl von Faktoren) sind. Daraus folgern wir, dass die Markovhypothese zutreffend den bescheidenen Entwicklungsstand der Mobilitätstheorie widerspiegelt, dass die Formulierung der aus der Mathematik stammenden und soziologisch relevanten Markovhypothese doch immerhin einen Beitrag im Rahmen einer noch zu suchenden Mobilitätstheorie zu leisten vermag.

Den wohl eindruckvollsten Versuch, das heuristische Potential der Mathematik für den Entwurf soziologischer Theorien einzusetzen, stellen die Arbeiten des Teams um Elisabeth Steiner-MACCIA und George S. MACCIA (1966) dar. Es würde den Rahmen dieser Arbeit bei weitem sprengen, die vielschichtigen und mehrstufigen Arbeiten dieses Forschungsteams im einzelnen zu referieren. Wir begnü-

gen uns deshalb mit einigen skizzenhaften Hinweisen auf das gewählte Vorgehen.

Das von der Forschungsgruppe angestrebte Ziel bestand in der Formulierung einer "Educational Theory", welche über den in den oben angegebenen früheren Arbeiten von Steiner-MACCIA entwickelten Weg erfolgen sollte (vgl. die Papers 62-111,62-110, 62-114 und 65-180). Am Beispiel der Erarbeitung dieser konkreten Theorie sollte die Zweckmässigkeit der von Steiner-MACCIA vorgeschlagenen Forschungskonzeption überprüft werden. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe arbeiteten sich zunächst in eine Reihe von grösstenteils mathematischen Theorien ein, welche als mögliche Basistheorien in Betracht kommen konnten. Anschliessend wurden diese Theorien auf allfällige Zusammenhänge hin analysiert (vgl. die Papers 62-126, 63-141, 65-176, 65-182, 65-183, 65-184, 63-139).

Aus diesen Vorarbeiten kristallisierte sich die Einsicht heraus, dass von einer Kombination von Ansätzen aus der Mengenlehre (S), der Informationstheorie (I), der Graphentheorie (G) und der General Systems Theorie (GS) eine erfolgversprechende Basis für die Formulierung der angestrebten "Educational Theory" erwartet werden konnte. Diese Kombination der verschiedenen Ansätze wurde als das "SIGGS-Theoriemodell" bezeichnet (wo SIGGS zusammengefügt ist aus den Anfangsbuchstaben der verschiedenen Basistheorien in englischer Sprache). Das SIGGS-Theoriemodell setzt sich zusammen aus einer Anzahl zueinander in spezifischen Beziehungen stehenden Ausdrücken. Alle diese Ausdrücke wurden entweder als undefinierte Ausdrücke eingeführt oder aber konsequent als definierte Ausdrücke aus den undefinierten (oder bereits vorher definierten) Ausdrücken abgeleitet. Die Formulierung von Relationen und Ausdrücken erfolgte teilweise mit Hilfe von logisch-mathematischen Symbolen. Um vom Theoriemodell zur "Educational Theory" zu gelangen, musste dann der Prozess der Retroduktion durchgeführt werden, wie das aus dem untenstehenden, den gesamten Forschungsprozess wiedergebenden Schema (MACCIA und MACCIA 1966, S.115) hervorgeht:



Der Prozess der Retroduktion meint hier konkret, dass das SIGGS-Theoriemodell, in welchem noch keine Bezüge zu irgendwelchen Konzepten der Bildungsforschung vorhanden sind, und welches ebenso gut (oder: ebenso schlecht) begründet auf andere Problemkreise hätte angewendet werden können, inhaltlich "aufzufüllen" ist. Dies wurde in der Weise durchgeführt, dass (ausgehend von einer systematischen Liste von Eigenschaften der "Schule", welche als das "System" gewählt wurde) von den einzelnen Basistheorien und von Kombinationen zweier oder mehrerer Basistheorien inhaltliche Hypothesen (i.a. nomologischer Art) abgeleitet wurden. Die so gewonnene Theorie stellt einen rein hypothetischen Aussagenkomplex dar, den es auf seine empirische Richtigkeit noch zu überprüfen gilt (MACCIA und MACCIA 1966, S.168-187). Es ist uns allerdings nicht bekannt, dass die Theorie oder auch Teile davon tatsächlich auf ihren empirischen Gehalt hin untersucht wurde.

Das eben skizzierte Forschungsunternehmen von MACCIA und MACCIA stellt unseres Wissens einen einzigartigen Versuch dar. Diese Einzigartigkeit liegt darin, dass nicht nur eine Mehrzahl von potentiellen (und im wesentlichen mathematischen) Basistheorien auf ihren heuristischen Wert für die soziologische Theorienbildung analysiert wurden, dass also nicht nur nach unmittelbaren soziologischen Abbildungen der mathematischen Theorie gesucht wurde, sondern von einer im SIGGS-Theoriemodell ausformulierten Synthese mehrerer Basistheorien ausgegangen wurde.

Die beiden angeführten Beispiele können durchaus als exemplarische Ansätze für die hier zur Diskussion stehende Einsatzmöglichkeit der Mathematik angesehen werden. "Exemplarisch" bezieht sich dabei selbstverständlich auf die Struktur der Beispiele und nicht etwa auf ihre Anwendungsgebiete. Eine Orientierung an den Anwendungsgebieten wäre überhaupt kaum sinnvoll, da das heuristische Potential der Mathematik für den Entwurf soziologischer Theorien noch keines-

wegs systematisch oder auch nur weitgehend ausgeschöpft worden ist. Denken wir beispielsweise nur an die hinter der in der Nationalökonomie verwendeten Input-Output-Analyse stehende grundlegende Hypothese, welche ohne weiteres Anregungen für die Hypothesenbildung in verschiedenen Bereichen der Soziologie abgeben könnte, etwa in der Elite- oder Mobilitätsforschung. Im Bereiche der Demographie ist diese Hypothese auch tatsächlich eingesetzt worden (LOEVGREN 1957).

Mit diesen Hinweisen auf die grundsätzliche Möglichkeit der Formulierung soziologischer Theorien auf der Basis von mathematischen Theorien und der Feststellung, dass dieses Potential noch in keiner Weise umfassend ausgenützt worden ist, haben wir allerdings noch nichts über die Zweckmässigkeit dieses Vorgehens gesagt. Unsere diesbezüglichen Ueberlegungen basieren im wesentlichen auf Karl-Dieter OPP (1970 A), der in seiner Arbeit "Kybernetik und Soziologie" die heuristische Bedeutung der Kybernetik (welche er als ein Teilgebiet der Mathematik auffasst) für die Soziologie untersucht.

OPP geht davon aus, dass das der Kybernetik zugrunde liegende Regelkreisschema keine empirische Theorie darstellt, mit deren Hilfe man "bestimmte soziologisch relevante Tatsachen erklären und voraussagen kann" (S.7). Deshalb kann das Regelkreisschema an sich auch weder falsch noch wahr sein. Es ist ein teilweise interpretierter Kalkül, der "auf bestimmte reale Tatbestände 'passt' oder 'anwendbar' ist. Damit ist gemeint, dass bestimmte Interpretationen des Regelkreisschemas empirisch wahre Aussagen ergeben, anders ausgedrückt: bestimmte Interpretationen erfüllen das Regelkreisschema" (S.9). Diese Aussagen gelten selbstverständlich ebenso für andere mathematische Kalküle und führen zur Folgerung, dass diese an sich für "Erklärung und Prognose sozialer Tatbestände unbrauchbar" (S.14) sind. Immerhin ist auch OPP der Ansicht, dass derartige Kalküle grundsätzlich einen heuristischen Wert im Vorzimmer der Theorienbildung besitzen können, dass aus der Kenntnis der (hier: kybernetischen) Literatur Anregungen gewonnen werden können, aus welchen sich neue Fragestellungen ergeben. Damit aber habe die Kybernetik "im Vorfeld der Theorienbildung gewissermassen

ihre Schuldigkeit getan" (S.21). Die Versuche, derartige Kalküle soziologisch "abzubilden", wie dies in diesem Abschnitt unternommen wurde, lehnt er dagegen als unfruchtbar ab. OPP geht dabei von der Einsicht aus, dass Kalküle auf der einen Seite aufgrund ihrer logischen Struktur (den in ihnen auftretenden Zeichen, welche Variable und Relationen zwischen den Variablen symbolisieren) in der Weise Zwang ausüben, dass bestimmte Fragen gestellt werden müssen, dass sie aber andererseits unendlich viele Interpretationen offen lassen, dass sie die Art der Variablen und der zwischen ihnen herrschenden Beziehungen nicht spezifizieren und somit keine Hinweise geben, wie die zu stellenden Fragen beantwortet werden können (S.14-15).

Die Existenz von im mathematischen Ansatz begründetem aber inhaltsfremdem Sachzwang ist für unsere allgemeine Diskussion (nicht aber für die Praxis) ohne Bedeutung, da wir davon ausgehen, dass jeweilen jene Kalküle ausgewählt werden, deren logische Sachzwänge eine sinnvolle soziologische Interpretation beinhalten. Das andere Argument von OPP ist für uns jedoch wesentlich und muss noch etwas präzisiert werden: Die in den Kalkülen vorhandenen inhaltlichen "Leerstellen" bewirken notwendigerweise, dass das ja nicht auszuklammernde soziologische Hintergrundwissen auf eine kaum zu kontrollierende Weise für die Interpretation des Kalküles eingesetzt wird.

Das zeigt sich etwa am Beispiel des Projektes von MACCIA und MACCIA (1966), wo das soziologische Hintergrundwissen nur wenig reflektiert wurde. Es fand lediglich Verwendung, um das SIGGS-Theoriemodell "aufzufüllen" (dieser Ausdruck ist bezeichnend). Selbstverständlich musste das soziologische Hintergrundwissen in diesem Projekt implizit bereits bei der vorgängigen Auswahl der Basistheorien (auf erneut schwer kontrollierbare Weise) zum Zuge kommen, explizit wird es aber erst in der letzten Phase der Theorienbildung berücksichtigt. Der Soziologe, der den Forschungsansatz von MACCIA und MACCIA übernimmt, wird somit zur Schizophrenie verurteilt: Er muss in der ersten Phase der Theorienbildung so tun, als wüsste er nichts von Soziologie, ist aber gleichzeitig gezwungen, um die Brauchbarkeit von potentiellen Basistheorien ab-

schätzen zu können, mit einem Auge auf das soziologische Wissen zu schielen. Es ist zwar durchaus denkbar, dass die logische Struktur des SIGGS-Theoriemodells tatsächlich zu einer noch zu suchenden relevanten soziologischen Theorie isomorph ist, nur ist schwer einzusehen, wie diese Theorie gefunden und vor allem begründet werden kann, wenn im Rahmen des Theorienbildungsprozesses das soziologische Wissen rein passiv und ad hoc Verwendung findet.

Diese Bemerkungen weisen auch bereits darauf hin, dass das spekulative Vorgehen auch unter dem Gesichtspunkt der Optimalität des Forschungsaufwandes kritisch zu beurteilen ist. Selbst Steiner-MACCIA (Paper 65-180, S.11) vergisst nicht zu erwähnen, dass es unmöglich ist, a priori zu beurteilen, ob ein Theoriemodell zu einer adäquaten soziologischen Theorie führt. Das Theoriemodell muss vorerst übersetzt und dann empirisch überprüft werden. Berücksichtigen wir den von OPP angeführten Sachverhalt, dass ein Theoriemodell auf unzählige Arten übersetzt werden kann (selbst wenn das Ziel dieser Uebersetzung gegeben ist), dann muss die Frage gestellt werden, ob dieses Vorgehen für die Bildung soziologischer Theorien nicht allzu aufwendig sei, und damit auch jene, ob nicht das von MACCIA und MACCIA entwickelte Hypothesenbündel ebenso gut (oder besser, weil auf einer reflektierteren soziologischen Basis verankert) ohne den Umweg über die mathematischen Basistheorien hätte gewonnen werden können. Unser Einwand mangelnder Effizienz wird einsichtig, wenn wir uns überlegen, welchen Aufwand es bedeutet, auf eine bestimmte soziologische Fragestellung hin das ganze Arsenal mathematischer Theorien durchzuarbeiten.

Die Beurteilung des Markovketten-Beispieles muss dagegen weniger negativ ausfallen: Die mathematische Formulierung "passt" (wie OPP sich ausgedrückt hat) augenscheinlich direkt auf eine soziologische Aussage und kann deshalb an ihrer Stelle verwendet werden, wir können mit ihr operieren und dadurch zu neuen Ergebnissen geführt werden, welche einer empirischen Ueberprüfung unterzogen werden können.

Immerhin wird auch in diesem Beispiel nach der "Entdeckung" einer Affinität zwischen der mathematischen Formulierung und einer einfachen soziologischen Hypothese das übrige soziologische Wissen beiseite geschoben und der mathematischen Formulierung geopfert. Typischerweise werden dann später allerdings soziologische Ueberlegungen "passiv" einzuführen sein: Erst in der Phase der Operationalisierung wird nämlich die Frage zur Diskussion kommen, wie die verschiedenen "Zeitpunkte" zu definieren und damit aufzufassen seien. Ist es adäquat, astronomische Zeitbegriffe zu verwenden, oder müsste ein sozialer Zeitbegriff (hier etwa gefasst in Ausdrücken von "Karriere") eingeführt werden? Diese soziologisch zweifellos relevante Frage stellt sich somit erst als Derivat der mathematischen Formulierung im Zusammenhang mit der Operationalisierung. Deshalb ist zu befürchten, dass sie auch nach Kriterien der Operationalisierung (möglichst einfache Datenerfassung) beantwortet wird. Tatsächlich werden bei den empirischen Anwendungen der Markovkettentheorie im Bereiche der Mobilitätsforschung deshalb astronomische Zeitbegriffe verwendet.

Der Forschungsaufwand ist für das Markovketten-Beispiel im Gegensatz zur Konzeption von MACCIA und MACCIA nicht übermässig hoch: Der Markovansatz ist verhältnismässig einfach, kann direkt übernommen und muss bloss noch soziologisch interpretiert werden. Diese Konstellation basiert nicht auf systematischem Vorgehen, sondern auf der glücklichen Tatsache, dass PRAIS zufälligerweise sowohl die Theorie der Markovketten als auch die Mobilitätsdiskussion bekannt waren.

Ein Vergleich der beiden Beispiele zeigt deutlich, dass die besprochenen Nachteile umso zwingender auftreten, desto komplexer der verwendete mathematische Ansatz ist. Das hängt damit zusammen, dass bei komplexen mathematischen Ansätzen die inhaltlichen Konsequenzen derselben schwieriger zu überblicken sind.

Schliesslich ist noch auf eine in der Praxis nicht unbedeutende Gefahr hinzuweisen, welche sich aus dem hier besprochenen Vorgehen ergeben kann, die Gefahr nämlich, dass eine mathematische Theorie soziologisch interpretiert wird, und dass dann aus dieser

Interpretation unmittelbar normative "Schlüsse" gezogen werden, dass aufgrund von in der mathematischen Theorie vorgegebenen Beziehungen normative Folgerungen bezüglich der sozialen Realität abgeleitet werden, wie dies LAND (1966, S.68) von OPP (1970 A, S.45) vorgeworfen wird, der aus der Anwendung von Begriffen wie "Regelung" und "Steuerung" Postulate insbesondere an die Ausgestaltung der Verfassung ableiten will. Diese Gefahr kann aber grundsätzlich vermieden werden.

Unser Haupteinwand gegen das hier besprochene Vorgehen besteht in der unkontrollierten ad hoc-Verwendung von soziologischem Basiswissen sowie in der mangelnden Effizienz des Vorgehens. Wir schliessen uns deshalb in etwa der Meinung von OPP an, dass die Mathematik durchaus heuristische Dienste als Ideenpotential für die Ausgestaltung soziologischer Theorien leisten kann, dass sie damit aber zunächst ihre Schuldigkeit getan hat.

Eine andere Strategie steht jedoch den mathematisch interessierten Soziologen und den soziologisch interessierten Mathematikern offen, eine Strategie, die uns längerfristig erfolgversprechender scheint: Man müsste die Aufgabe anpacken, die Frage der grundsätzlichen Anwendbarkeit der einzelnen heute bestehenden mathematischen Ansätze zu überprüfen; d.h. man müsste für jeden einzelnen mathematischen Ansatz jene grundsätzlichen Aspekte seiner Struktur generell herausarbeiten und leicht verständlich darstellen, welche für die allfällige Anwendbarkeit des Ansatzes in der Soziologie bestimmend sind. Im Endeffekt führten diese vorbereitenden Arbeiten zu einem disponiblen Stock von Kenntnissen über die Struktur der mathematischen Ansätze, und der Soziologe wäre dann in der Lage, ausgehend von seiner speziellen Problemlage relevante mathematische Theorien auszuwählen.

Tatsächlich sind auch bereits einige Schritte in dieser Richtung zurückgelegt worden. So hat beispielsweise BERLYNE (1957, S.239-240) die grundsätzlichen Voraussetzungen der Anwendbarkeit der mathematischen Informationstheorie auch für den Soziologen leicht verständlich ausformuliert: "The use of information-theory

measures is possible whenever we have a partition, i.e. a set of phenomena that can be divided into non-overlapping subsets, and a probability distribution, i.e. a way of associating with each subset a number from 0 to 1, such that the numbers associated with all the subsets in the partition add up to 1. Whenever these two requirements are fulfilled, such measures as 'amount of information', 'uncertainty' and 'relative uncertainty' can be applied. As soon as we habe two sets of phenomena satisfying both requirements, the two can jointly be regarded as a 'transducer', and the relations between them described in terms of 'transmitted information', 'noise', and 'equivocation'."

So wichtig derartige Darstellungen auch sind, wird die Soziologie aus ihnen zweifellos so lange keinen Nutzen ziehen können, als sie zerstreut zwischen den Einbanddeckeln wissenschaftlicher Zeitschriften verstauben. Was nötig wäre, ist eine systematische Sammlung der bereits geleisteten Vorarbeiten und ihre Ergänzung, kurz: Wissensakkumulation. Diese Aufgabe wurde von den Soziologen unseres Wissens bedauerlicherweise noch nicht systematisch angepackt.

DER HEURISTISCHE WERT DER MATHEMATIK FUER DAS METHODISCHE VORGEHEN IN DER SOZIOLOGISCHEN THEORIENBILDUNG:

Die Mathematik könnte für die soziologische Theorienbildung nicht nur inhaltliche Hinweise liefern, sondern auch inbezug auf das methodische Vorgehen zur vorbildhaften Strategie werden. Wir haben somit zu untersuchen, inwiefern die Mathematik diese Rolle auch tatsächlich übernommen hat, und zu überlegen, wie die methodische Vorbildrolle der Mathematik für die Soziologie zu beurteilen ist.

Es besteht kein Zweifel, dass das methodische Vorgehen des Mathematikers in verschiedener Hinsicht einen bestimmenden Einfluss auf bestimmte Methodologien der Soziologen ausgeübt hat, entweder tatsächlich oder auch bloss nach dem Selbstverständnis der betreffenden Soziologen. Wir werden in diesem Abschnitt lediglich zwei wesentliche Aspekte der methodischen Vorbildrolle der Mathematik untersuchen:

An den Anfang des Abschnittes stellen wir einen elementaren Sachverhalt. Bereits im ersten Kapitel haben wir festgestellt, dass sich mathematische Aussagen äusserlich von anderen Aussagen durch eine weitestgehende Verwendung spezifischer Zeichen, der mathematischen Symbole, unterscheiden. THIEL (1967, S.85) verweist nun auf die Möglichkeit "innerhalb eines grösseren Sachgebietes zum teilweisen Gebrauch künstlicher Zeichen zu greifen und eine möglichst rationelle Kombination natürlicher und künstlicher Zeichen aufzubauen". Wäre für die Soziologie in ähnlicher Weise wie für die Arithmetik durch die Einführung der arabischen Ziffern etwas gewonnen, falls versucht würde, soziologische Aussagen mit Hilfe spezifischer Zeichen zu formulieren? Dies ist grundsätzlich möglich, ohne dass dadurch ein "Mathematisierungsprozess" eingeleitet würde, und ohne dass die Zeichen notwendigerweise aus dem Arsenal mathematischer Zeichen entliehen werden. Die zu verwendenden Zeichen können durchaus auch aus Abkürzungen gebildet werden oder neu geschaffene Symbole darstellen. Für die Beantwortung der angeführten Frage werden uns jene Versuche

dienlich sein, in welchen spezifische Zeichen tatsächlich eingesetzt worden sind. Daneben können aber auch einige grundsätzliche Aussagen formuliert werden.

Den zweiten Teil des Abschnittes widmen wir sodann der axiomatischen oder hypothetisch-deduktiven Methode. Diese ist zwar bereits von ARISTOTELES in die Gesellschaftswissenschaft hineingetragen worden. In der modernen Wissenschaft ist sie jedoch in erster Linie in der Mathematik heimisch geworden, und später von den Naturwissenschaften übernommen worden. Wenn sie heute auch in der Soziologie eingesetzt wird, dann bildet den Anknüpfungspunkt nicht ihre Verwendung in der Frühzeit der Gesellschaftswissenschaft, sondern in der modernen Mathematik und Naturwissenschaft. Deshalb ist es korrekt, von einer Vorbildrolle der Mathematik inbezug auf die axiomatische Methode der Theorienbildung zu sprechen. Wir werden hier nicht den Versuch unternehmen, die Methodenfrage in der Soziologie à fonds aufzurollen. Wir stellen bloss dar, in welcher Weise die axiomatische Methode in der Soziologie verwendet werden könnte und tatsächlich verwendet wird, mit welchen Argumenten sie propagiert wird, und fragen uns, ob diese Ziele auch tatsächlich erreicht werden.

Wenden wir uns nun der einleitend gestellten Frage zu, welche Vorteile und Nachteile vom Einsatz künstlich geschaffener und spezifischer Zeichen in der Soziologie zu erwarten sind, und wie ihre Verwendung in der Soziologie im speziellen zu beurteilen ist. Das entscheidende Kriterium, welches die hier zur Diskussion stehenden Zeichen von jenen der verbalen Sprache diskriminiert, ist nicht in der "Künstlichkeit" zu sehen, denn auch die Zeichen der verbalen Sprache sind ja "künstliche" Schöpfungen. Wenn man schon von natürlichen Zeichen sprechen will, dann in jenen Fällen, wo "die Zuordnung zwischen Zeichen und Bezeichnetem von Natur aus gegeben" ist (MENNE 1966, S.11), indem man etwa den Rauch als das natürliche Zeichen des Feuers bezeichnet.

Für eine teilweise Ersetzung von Ausdrücken der verbalen Sprache durch mathematische Zeichen oder andere neugeschaffene schriftliche Symbole, welche unsere Umgangssprache nicht enthält, werden

verschiedene Argumente geltend gemacht: MASLOW (1970, S.357) erwartet von der Einführung mathematischer Symbole deshalb eine wissenschaftliche Entwicklung, weil diese unter anderem zur Folge habe, dass (1) wissenschaftliche Begriffe eindeutig zu handhaben seien. In dieser Meinung wird er auch von ARROW (1968, S.638) unterstützt, dem die Vielheit der Bedeutungen der Symbole unserer Umgangssprache ein Dorn im Auge ist. THIEL (1967, S.82) geht zum einen davon aus, dass die Aufnahmekapazität des menschlichen Gehirns mit etwa 16 bit pro Sekunde gering ist, und deshalb nur Zusammenhänge von unwesentlicher Komplexität erfasst werden können. Durch die Schaffung von suggestiven Zeichen kann (2) ein Mehr an Uebersichtlichkeit gewonnen werden, was die Aufnahmekapazität an Informationen erhöht. Auch MASLOW (1970, S.357) unterstreicht diese Funktion, indem er sich auf LEIBNITZ bezieht, nach welchem mathematische Symbole "die Phantasie entlasten und die Denkzeit erstaunlich verkürzen" helfen. Zum anderen kann nach THIEL (1967, S.82) durch die Verwendung spezieller Symbole (3) mancherlei Ballast abgeworfen werden, man bleibt nicht "der historischen Spontanität des umgangssprachlichen Zeichengebrauchs ausgeliefert". Begriffe und Vorstellungen über Zusammenhänge können "für die Dauer der Untersuchung dem Einfluss des Alltagstrubels entzogen werden, und formieren so relativ feststehende, standardisierte und normierte Vorstellungen." "Die Zeichen der normierten Vorstellungen sollen gerade einen Verfremdungseffekt bewirken: Hier sind die Gegenstände der realen Welt in einer reinen, im Dienste der Erkenntnis abstrahierten und für die Untersuchung standisierten Form widergespiegelt" (THIEL 1967, S.87; vgl. dazu auch NIPPERT 1972, S.111). Wie THIEL (1967, S.84) allerdings nicht zu vermerken vergisst, kann die Schaffung künstlicher Zeichensysteme nicht nur mit dem Ziel der Abstraktion erfolgen: "Sie setzen Abstraktion auch voraus". Diese drei Argumente sollen nun insbesondere aus der Situation der Soziologie heraus beurteilt werden.

Was zunächst den vermeintlichen Vorteil der Eindeutigkeit mathematischer Symbole betrifft, so haben wir bereits in unserem ersten Kapitel darauf hingewiesen, dass mathematische Zeichen auch durchaus eine ambivalente Bedeutung besitzen können. Ferner haben

wir festgehalten, dass die Bedeutung eines mathematischen Symbols letztlich stets verbal umschrieben werden muss. MASLOW (1970, S.357) sieht dies denn auch richtig, wenn er ausführt, dass "der Inhalt jedes beliebigen Begriffs ... anfangs nur mündlich formuliert werden" kann, dass mathematische Zeichen nicht mehr sind, als "die Kleidung für Worte". Mit diesem notwendigen Regress vom mathematischen Symbol auf die verbale Sprache erweist sich, dass auch durch den Gebrauch mathematischer Symbole der allfälligen Mehrdeutigkeit der verbalen Sprache nicht entgangen werden kann, dass diese aber unter Umständen vertuscht wird.

Den beiden Argumenten von THIEL ist dagegen grundsätzlich zuzustimmen: Falls sich die Soziologie nicht auf die Beschreibung blosser Epiphänomene beschränken will, muss sie den Versuch unternehmen, möglichst viel des sinnlichen Ballastes abzuwerfen, um über den Prozess der Abstraktion zum Konkreten vorzudringen. Ebenso ist eine möglichst grosse Suggestivität der Ausdrucksform sicher nur wünschenswert. Die Verwendung spezieller Symbole könnte durchaus Ausdruck dieser Bestrebungen sein. Berücksichtigen wir aber den doch immer noch disparaten Zustand der soziologischen Theorie, der zur Folge hat, dass sich spezielle neu geschaffene Zeichen nicht fraglos auf eine eindeutig strukturierte inhaltlich-soziologische Basis abstützen können, dann muss die Suggestivitätsthese an Glaubwürdigkeit verlieren. Zudem wäre die Annahme absurd, dass die von der Soziologie noch nicht erbrachten theoretischen Leistungen durch den blossen Gebrauch spezieller Symbole erzwungen werden könnten. Der Sachverhalt, dass in der Soziologie jedenfalls die Voraussetzungen für den Einsatz derartiger Zeichen noch nicht gegeben sind, bedeutet natürlich nicht, dass ihre Verwendung nicht trotzdem möglich wäre. Die Verwendung spezieller Symbole führt aber zu Disfunktionen, die nicht unbeachtet werden dürfen.

Zum einen müssen die erwähnten "Vorteile" leicht mit einer unkontrollierten Informationsveränderung erkauft werden. Die Zeichen können ja sehr wohl verwendet werden, ohne dass die Korrespondenzregeln, welche die Zeichen mit dem zu Bezeichnenden ver-

binden, angegeben werden, oder auch ohne dass der durch das Zeichen gekennzeichnete Informationsinhalt vorgängig analysiert wird. Auch die verbale Sprache ist natürlich gegen eine "oberflächliche" Verwendung ihrer Symbole nicht gefeit, doch ist hier der Zusammenhang zwischen Zeichen und Inhalt durch den ständigen Gebrauch der Zeichen viel enger geworden, so dass als Folge dieses "Assoziationsvorteils" (HERMANN 1972, S.45) ein oberflächlicher Sprachgebrauch leichter einsichtig wird. Zudem kann die spezifische Gestalt eines neu geschaffenen Zeichens gewisse Vorstellungen heuristisch implizieren, welche gar nicht antizipiert waren (vgl. dazu im einzelnen GUT 1970, S.57). Diese Gefahren bei der Verwendung spezifischer Zeichen sind umso grösser, wenn es sich um isolierte Zeichen handelt, und nicht um ganze zusammenhängende Zeichensysteme, da letztere gegen unbeabsichtigte "Informationsentnahmen" oder "Informationszufuhren" infolge ihrer internen Abhängigkeiten (ihrer "Grammatik") eher immun sind. Der Stand der soziologischen Theorienbildung lässt aber vermuten, dass an die Konstruktion ganzer Zeichensysteme nur in kleinen Sonderbereichen der Soziologie zu denken ist, so dass dieser mögliche Schutz gegen Informationsveränderungen im allgemeinen nicht ins Spiel kommt.

Zum anderen kann die Ersetzung des Operierens mit Gedanken durch das Operieren mit sprachlichen Zeichen (KLAUS und BUHR 1972, Band 3, S.1034) dazu führen, dass man "an die Bedeutung der umzuformenden Symbolkomplexe nicht mehr zu denken" sich bestrebt (SCHOLZ 1961, S.376). Dann erhalten die Zeichen oder Zeichensysteme nicht nur leicht einen normativen Eigenwert, sondern entwickeln sich zu eigentlichen "Denkbarrieren", zu blossen und unreflektierten Definitionen und Definitionszusammenhängen, die einer Konfrontation mit der Wirklichkeit entzogen werden (vgl. DREITZEL 1962, S.154).

Unsere kritischen Ueberlegungen werden eindrücklich bestätigt, wenn wir uns an Beispiele aus der Romantik und dem spekulativen Idealismus halten, wo die Verwendung mathematisierender Darstellungsformen nach FREY (1967, S.135-136) bereits eine Modeerschei-

nung gewesen sei. So hat SCHELLING (1800) für die Darstellung der "absoluten Idee" die folgende teilweise geometrische und teilweise algebraische Form gewählt (das geometrische Element dieser Darstellung liegt in der waagrechten Linie, welche also nicht als Bruchstrich zu interpretieren ist):

$$\left[\frac{+A=B \qquad\qquad A=B+}{A=A} \right]$$

Sehr zutreffend bemerkt FREY (1967, S.136), dass hier "durch die mathematisierende Darstellung nichts klarer und exakter geworden ist als es schon war bzw. nicht war". Die Formel täuscht eine Prägnanz vor, die nicht gegeben ist, da die Interpretation der darin vorkommenden Zeichen durch deren teilweise mathematisches Erbgut noch erschwert wird.

Einige Versuche einer Verwendung spezifischer Symbole in der Soziologie werden bei SOROKIN (1966, S.59-62) beschrieben. Seine Kritik an den von ihm angeführten Vertretern von "shorthand sociologies" (DODD 1942, LYSEN 1932, LEWIN 1951, PARSONS 1966) ist scharf: Er wirft ihnen vor, sie imitierten die Mathematik auf eine durchaus dilletantische Weise und hätten so (den Mathematiker BELL 1942, S.707-709, zitierend) nicht einmal anständige Parodien auf die Mathematik geliefert. SOROKIN meint mit dieser Kritik, dass in diesen Arbeiten die direkt aus der Mathematik übernommenen Symbole oder die davon abgeleiteten Zeichen (im allgemeinen bloss für die Beschreibung von "Objekten", teilweise auch für einzelne Operationsregeln) keinen anderen Zusammenhang mit der Mathematik haben als ihre äussere Gestalt, dass die "Grammatik" der Mathematik mit ihren Vorteilen dadurch hinfällig geworden sei, und anstelle der mathematischen Symbole auch andere Zeichen gesetzt werden könnten. SOROKIN weist den Autoren somit jenen Gebrauch spezifischer Zeichen nach, der uns hier interessiert. Dieser Nachweis kann uns jedoch nicht genügen, um den Stab über diesen Versuchen zu brechen, da wir ja auf einige mögliche Vorteile des von SOROKIN kritisierten Vorgehens hingewiesen haben. Ueberprüfen wir also, wie es sich mit diesen möglichen Vorteilen

in der Praxis verhält. Die Arbeiten von DODD und LYSEN sind dazu zweifellos nicht geeignet, da es sich bei ihnen um von Fachvertretern kaum je ernst genommene Ansätze handelt, die heute bestenfalls noch geeignet erscheinen können, um in der Manier von SOROKIN zur Zielscheibe beissender Kritik drapiert zu werden.

Ein aktuelleres Beispiel stellt dagegen die Verwendung spezifischer Zeichen bei PARSONS (1966, S.79) dar, welche er zur Kennzeichnung eines "positivistischen Systems" zur folgenden allgemeinen Formel vereinigt:

$$A = A \text{ (manifested subjectively in T,t,r)} + E\ (T,i,i_r) + N\ (T,t,i_r)$$
$$\Sigma = (A_1+A_2+A_3+\ldots A_n)' + R_{el} + (R_I) + (R_C)$$

Die Ausdrücke in dieser Formel müssen durch PARSONS (1966, S.78) natürlich verbal umschrieben werden; er benötigt dazu rund eine Seite Text. Dabei ist zu beachten, dass die Bedeutung der Formelausdrücke durch die knappen Definitionen ohne Kenntnis des weiteren Textes nicht verständlich werden (deshalb verzichten wir hier auch darauf, diese Definitionen anzuführen). Die oben beschriebenen Vorteile (1) und (2) einer Verwendung spezifischer Symbole werden somit nicht realisiert: Die Formel zeichnet sich als Kurzschrift nur scheinbar durch eine besondere Suggestivität aus und ist nicht "eindeutiger", als die dahinter stehenden verbalen Aussagen. Die Umständlichkeit ihrer Interpretation verweist dagegen deutlich auf die Gefahr unbewusster Informationsveränderungen. Schliesslich zeichnet sich die Formel wohl durch ein bestimmtes "Niveau der Abstraktion" aus, dieses ist aber Ausdruck des Ansatzes von PARSONS und wurde nicht durch den Einsatz der spezifischen Formelausdrücke bewirkt. Mehr als eine relative Knappheit der Darstellung auf Kosten der Verständlichkeit wurde durch diese Formel somit nicht gewonnen (vgl. dazu auch Kapitel III), da mit ihr keine Operationen durchgeführt werden. Sie ist zwar geeignet, um die von PARSONS angestrebten Vergleiche zwischen verschiedenen "Systemen" knapp darzustellen. Berücksichtigen wir aber den erforderlichen Aufwand zur Defini-

tion der Formelausdrücke, dann erscheint dieser im Verhältnis zu den sich daraus ergebenden positiven Effekten unverhältnismässig hoch.

Unser letztes Beispiel entnehmen wir CLAESSENS (1970, S.80), der eine Arbeit von HOLM (1960) referiert. Diese Arbeit befasst sich mit dem Intra-Rollenkonflikt des Werkmeisters. Zur Darstellung der Struktur der einzelnen Erwartungen wird dabei die folgende Formel verwendet:

$$(Si \succ Hi)\ v\ \frac{Wm}{Bl}$$

Zeichenerklärung: Si = Situation i, Hi = Handlung i, v = verbindlich, Wm = Werkmeister, Bl = Betriebsleiter

Die Bestandteile der "Erwartung" können wie folgt bezeichnet werden: Der Erwartungskern: $Si \succ Hi$, das Erwartungsstigma: v, der Erwartungsadressat: hier Wm, der Erwartungsbenefiziar: hier Bl. Nicht definiert wird das Zeichen $\succ$ im Erwartungskern. Es bezeichnet offenbar das Gebot, dass auf die Situation Si mit der Handlung Hi zu reagieren sei, oder allenfalls auch das Verbot $(Si \succ \approx Hi)$, in der Situation Si die Handlung Hi zu ergreifen. Interessant ist, dass die Aussage der Formel durch den folgenden Satz ausgedrückt werden kann: "Auf die wiederkehrenden, immer wieder einmal im Betrieb auftretenden Situationen (etwa einen Maschinenausfall) Si soll nach Meinung des Betriebsleiters (des Erwartungsbenefiziars) der Werkmeister (der Erwartungsadressat) mit der Handlung Hi reagieren." Diese Aussage könnte natürlich auch allgemein, also ohne Bezugnahme auf die konkreten Erwartungen des Betriebsleiters, formuliert werden. Das heisst aber, dass die Aussage der Formel durch einen einfachen Satz wiedergegeben werden kann, weshalb die Kreation eines Formelausdruckes kaum erforderlich erscheint. Auch in diesem Beispiel (in welchem die Formelausdrücke,im Gegensatz zu den vorangehenden Beispielen,ausgesprochen einfach definiert sind) scheint das Ergebnis den erforderlichen Aufwand nicht zu rechtfertigen. Der sprachökonomische Vorteil der mathematischen Kurzschrift erweist sich somit als ein bloss scheinbarer.

Diese drei Beispiele sollen uns genügen (weitere prominente Beispiele für die Verwendung einer "privaten" Symbolsprache finden

sich auch bei NADEL 1957), um den geringen Nutzen und die möglichen Gefahren einer Verwendung neu geschaffener oder isoliert der Mathematik entnommener Zeichen zu illustrieren. Zu begründen ist allerdings noch, dass die drei Beispiele tatsächlich typisch sind. Dazu erinnern wir uns der Tatsache, dass in der Mathematik die speziellen Zeichen nicht "für sich" eingeführt werden, sondern mit dem Ziel, bestimmte Operationen durchzuführen. Aus diesem Grunde lohnt sich dort im allgemeinen der verhältnismässig grosse Aufwand, welcher die Definition der verwendeten Zeichen mit sich bringt. Die hier zur Diskussion stehende Verwendung spezifischer Zeichen in der Soziologie kennt diese Zielsetzung jedoch nicht: Zeichen sollen anstelle verbaler Ausdrücke eingesetzt werden, ohne dass komplizierte und standardisierte Umformungen damit durchzuführen sind; die Ertragsseite ist somit von vorne herein geringer als in der Mathematik. Mit diesem Ergebnis können wir uns nun dem zweiten Thema dieses Abschnittes zuwenden.

Die hypothetisch-deduktive oder axiomatische Methode der Theorienbildung wird häufig als Krönung wissenschaftlicher Tätigkeit angesehen. Axiomatische Theorien (oder auch: axiomatische Systeme, deduktive Theorien) bestehen aus einem System von Sätzen, das sich aus einem Bündel von Axiomen und allen formal-logischen Konsequenzen der Axiome (den sogenannten Theoremen) zusammensetzt (LORENZEN 1969, S.16-17). Die Idee des "vernünftigen Menschen" hatte ARISTOTELES noch erlaubt, davon auszugehen, dass es diesem Kraft seiner Vernunft möglich sein müsse, die Axiome einer Wissenschaft bzw. einer Theorie unmittelbar einzusehen. Axiome waren für ihn somit ohne weiteres einsichtige, unmittelbar zweifelsfreie, unbestreitbare Wahrheiten. In dieser Weise wurden die Axiome während Jahrhunderten verstanden, beispielsweise von PASCAL, KANT und FREGE, so auch die Axiome der Euklidschen Geometrie, dem Paradebeispiel eines axiomatischen Systems.

HILBERT führte die entscheidende Wende für die Interpretation der Axiome in der Mathematik herbei, indem er sie als "Satzgerüste" bezeichnete, die an sich weder wahr noch falsch sein können und erst nach einer Deutung der in ihnen vorkommenden Variablen zu

effektiven Sätzen werden. Ein von FUCHS (1966, S.30) verwendetes Beispiel eines Satzgerüstes "Heute regnet es in x" wird erst in jenem Augenblick wahr oder falsch, wo wir für die Variable x Ausdrücke wie z.B. "Bern", "Zürich" oder "Trubschachen" einsetzen. Falls dagegen für x Ausdrücke wie "Schreibmaschine", "Marginalität" oder "Verena" eingesetzt werden, ergibt sich ein sinnloser Satz.

In den Realwissenschaften wird die Eigenheit der Axiome in erster Linie im Sachverhalt gesehen, dass sie die Prämissen (den nicht beweisbaren Teil) der deduktiven Theorie ausmachen, deren hypothetische Annahme als sinnvoll, nicht aber als "wahr" angesehen wird. Obwohl die Struktur einer axiomatischen Theorie in der modernen Mathematik und (als Beispiel) in der Soziologie analog ist, lässt sich bei der Interpretation der Axiome somit ein Bedeutungsunterschied feststellen. Die Forderung, dass Axiome in sich widerspruchsfrei, voneinander logisch unabhängig und vollständig sein sollen (OPP 1970 B, S.261), scheint dagegen jedenfalls als Zielformulierung in allen Wissenschaften gemeinsam vertreten zu werden.

Abgesehen von den erwähnten Interpretationsunterschieden dürfte die Beobachtung wichtig sein, dass die Bedeutung der axiomatischen Theorien in der Entwicklungsgeschichte der Wissenschaften keineswegs konstant war. Wir schalten deshalb an dieser Stelle einen knappen Exkurs ein und lassen uns von LORENZEN (1969, S.16-17, S.24-25) über den Stellenwert der axiomatischen Theorien in der Geschichte der Wissenschaften aufklären:

Axiomatische Theorien waren in der Antike und im Mittelalter unbestreitbar der Idealtyp von Wissenschaft schlechthin. Bis ins 17. Jahrhundert wurde intensiv an der Entwicklung neuer axiomatischer Theorien gearbeitet, namentlich in der Physik (Mechanik), aber auch in der Ethik (SPINOZA) und der Politikwissenschaft (HOBBES). Im Verlaufe des 17. und 18. Jahrhunderts wurde die axiomatische Theorie durch einen neuen Wissenschaftstyp - die "analytische" Theorie - an die Wand gedrückt. Beispiele analytischer Theorien sind etwa: die analytische Geometrie, die analytische Mecha-

nik und später die Elektrodynamik. Analytische Theorien beginnen nicht mehr mit Axiomen, sondern z.B. in der Elektrodynamik mit einem Bündel von Differentialgleichungen, den sogenannten Maxwell-Gleichungen. Als Folge einer Neuentdeckung der Logik am Ende des 19. Jahrhunderts ergab sich dann erneut eine Dominanz der axiomatischen Methode, die in der Folge nicht nur innerhalb von Mathematik und Naturwissenschaft mit dem Anspruch auf Ausschliesslichkeit auftritt. Wenn heute die axiomatische Methode somit bisweilen als die Methode der Wissenschaft angesehen wird, dann sollte diese Ansicht in den Zusammenhang der wechselhaften Geltung der axiomatischen Methode in der Geschichte der Wissenschaften gestellt und entsprechend gewürdigt werden. Die Soziologie hat sich jedenfalls vom augenblicklichen Renommé dieser Methode nicht blenden zu lassen.

Für die Beurteilung des axiomatischen Vorgehens in der Soziologie ist die Einsicht wichtig, dass bei der Anwendung der axiomatischen Methode grundsätzlich drei verschiedene Zwecke im Vordergrund stehen können: Zum ersten kann sie primär als Forschungsmethode, als Strategie zur Erkenntnisakkumulation verstanden werden, zum zweiten vorwiegend als Ziel wissenschaftlicher Theorienbildung, als Endformulierungsmöglichkeit theoretischer Aussagen also, und zum dritten in erster Linie als Strategie für die Ueberprüfung von Theorien. Den dritten Aspekt, der etwa für POPPER (1968, S.32-34) relevant wird, haben wir hier nicht zu berücksichtigen (vgl. dazu Kapitel IV), wohl aber die beiden anderen.

Wenn wir zunächst die Frage aufwerfen, ob sich eine Axiomatisierung des vorhandenen soziologischen Wissens aufdränge, dann scheint es zunächst sinnvoll, uns an den Erfolgen der Axiomatisierung in anderen Wissenschaften, d.h. dort, wo sie besonders erfolgreich gewesen sein soll (namentlich in der Mathematik) zu orientieren. Als Illustration dient uns dazu vorwiegend die Arithmetik, obwohl ähnliche Aussagen auch für die Analysis, die Mengenlehre und andere mathematische Ansätze gelten. Die Arithmetik also finden wir in den neueren Lehrbüchern stets axiomatisch aufgebaut vor. Diese Axiomatisierung der Arithmetik war allerdings

erst eine nachträgliche. In einer für die Mathematik entscheidenden Arbeit konnte GOEDEL nachweisen, "dass kein widerspruchsfreies Axiomensystem alle arithmetischen Sätze als logische Folgerungen liefern kann" (LORENZEN 1969, S.20). Auch Axiomatisierungsversuche in anderen Bereichen der Mathematik waren erfolglos oder sind heute jedenfalls umstritten, und namentlich die Bemühungen zur Axiomatisierung der gesamten Mathematik von FREGE führten (wie RUSSELL zeigen konnte) zu Widersprüchen.

Auf der Basis dieser Sachverhalte kann man grundsätzlich für zwei denkbare Schlüsse optieren: Entweder man folgert, dass die Mathematik kein hinreichendes wissenschaftliches Niveau erreicht habe und spricht deshalb von einer Grundlagenkrise in der Mathematik, oder man argumentiert wie LORENZEN (1969, S.20), "dass Arithmetik und Analysis nicht zu dem Typ der axiomatischen Wissenschaften gehören", dass es sich bei den arithmetischen Sätzen nicht um analytische, sondern um (in der Terminologie von KANT) synthetische Sätze handelt, oder besser: um synthetische Sätze a priori, da sie nicht durch die Erfahrung widerlegt werden können (nach LORENZEN 1969, S.45). Wenn nun aber die Mathematik in wichtigsten Teilen nicht umfänglich und/oder widerspruchsfrei axiomatisiert vorliegt, wenn man ferner für grundlegende Teile der Mathematik nachweisen konnte, dass einer Axiomatisierung grundsätzliche Hindernisse entgegenstehen, dann sind dies Ergebnisse, die unabhängig von ihrer Interpretation für uns zur selben Konsequenz führen: Geht man davon aus, die Mathematik habe noch kein genügendes Niveau erreicht, um axiomatisiert zu werden, dann scheint der Zweifel berechtigt, ob diese Bedingungen ausgerechnet für die Soziologie gegeben sind. Spricht man dagegen von den Klassen der axiomatischen und der nichtaxiomatischen Theorien, und klammert man Arithmetik und Analysis aus den ersteren aus, dann ist kaum einzusehen, weshalb die Soziologie unter die axiomatischen Wissenschaften zu subsummieren sei. Die Chance einer Axiomatisierung der Soziologie oder auch nur von wesentlichen Teilen derselben scheint somit gering zu sein.

Führen wir unser Wissen über die in der Mathematik bekannt gewordenen Axiomatisierungsschwierigkeiten zusammen mit jenem über den Stand der soziologischen Theorie und der Dringlichkeit der Pro-

bleme, welche vom Soziologen heute und morgen bearbeitet werden müssen, dann dürfen die Bemühungen, mit szientistischem Eifer hinter die Axiomatisierung des soziologischen Wissens zu gehen,füglich als fehl am Platze bezeichnet werden. Tatsächlich finden wir abgesehen von im allgemeinen isolierten Klein- und Kleinsttheorien im Grenzbereich zur Sozialpsychologie kaum Theoriekomplexe in der Soziologie, welche inhaltlich und formal so formuliert vorliegen, dass ihre Axiomatisierung ohne wesentliche Modifikationen möglich wäre. Dies wird selbst durch das von OPP (1970 B, S.251-260) exemplarisch angeführte Beispiel verdeutlicht, in welchem er die Theorie der "kognitiven Dissonanz" von FESTINGER (1956) axiomatisiert. Wo einige wesentliche Voraussetzungen für eine Axiomatisierung eines komplexeren Aussagensystems in etwa gegeben sind (man denke beispielsweise an BLALOCKS (1967) Hypothesensammlung über die Beziehungen von Minoritäten), scheint eine Rückführung auf ein axiomatisches System aus Gründen des Arbeitsaufwandes als schlechthin undurchführbar.

Die Ablehnung einer Axiomatisierung des vorhandenen soziologischen Wissens kann somit mit grundsätzlichen und praktischen Argumenten begründet werden - das unterschiedliche Erkenntnisinteresse von Mathematik und Soziologie braucht gar nicht erst bemüht zu werden.

Es verbleibt uns noch die Beurteilung der axiomatischen Methode als Forschungsstrategie in der Soziologie. Eine derartige Verwendung kann nicht einfach durch den Hinweis auf den Erfolg oder auch auf den beeindruckenden "Ueberlebenswert" axiomatischer Theorien in der Mathematik und in den Naturwissenschaften gerechtfertigt werden. Zum einen haben wir ja bereits festgestellt, dass viele der heute in axiomatischer Form bekannten Theorien erst nachträglich axiomatisiert wurden, also kein Ergebnis der axiomatischen Forschungsstrategie darstellen. Zum anderen gilt es bei den tatsächlich ursprünglich axiomatischen Theorien das folgende zu beachten: Der Mathematiker schafft sich nicht nur seine Wissenschaft, sondern auch ihren Gegenstand selbst, was etwa dadurch zum Ausdruck kommt, dass man die Mathematik nicht zu den "Realwissenschaften" zählt.

Das Verhältnis der Soziologen zu ihrem "Gegenstand" ist dagegen offensichtlich ein anderes. Was die Naturwissenschaften anbelangt, so basiert das namentlich in der Physik verbreitete Axiomatisieren auf der noch die heutigen Lehrbücher dominierenden operationalistischen Philosophie, welche nun allerdings auch innerhalb der Physik in das Kreuzfeuer der Kritik geraten ist (vgl. dazu BUNGE 1967 A, S.1-6). Dass in der Soziologie eine rigorose operationalistische Philosophie schwerlich vertreten werden kann, sollte spätestens seit der Kritik ADORNOS (1969, S.7-79, speziell S.14) an der Schulsoziologie bekannt sein (vgl. dazu auch BERGMANN 1965, S.105-112, und POPPER 1963, S.107-114). Die gesellschaftliche Wirklichkeit muss zwar notwendigerweise in eine von der Wissenschaft erst hergestellte Struktur hineingezwängt werden, handle es sich dabei nur um die Sprache, in welcher sie sich ausdrückt. Diese Notwendigkeit genügt allerdings nicht, um ausgerechnet das Axiomatisieren zur Strategie zu erheben.

Gerade in der Soziologie aber wird die axiomatische Methode als Forschungsstrategie vertreten, so etwa von BLALOCK in seiner Schrift "Theory Construction" (1969). Das Ziel BLALOCKS (1969, S.2) besteht in der Formulierung von komplett geschlossenen deduktiven Systemen "in which there would be a minimal set of propositions taken as axioms, from which all other propositions could be deduced by purely mathematical or logical reasoning". Als Axiome werden dabei Propositionen gewählt, von denen angenommen werden kann, sie seien wahr (BLALOCK 1969, S.10). Der von BLALOCK verwendete Theoriebegriff deckt sich völlig mit jenem eines "deduktiven Systems".

BLALOCKS Bemühungen, neue Wege für die soziologische Theorienbildung aufzuzeigen, konzentrieren sich in der genannten Arbeit darauf, deduktive Systeme auf der Basis empirischer Daten so zu entwerfen, dass ihr empirischer Gehalt streng überprüft werden kann. Dies erfordere, dass die Theorienbildung sozusagen "von unten her" erfolgen müsse. Das heisst: Es sind zunächst einfache deduktive Systeme aufzubauen, etwa in der Weise, wie BLALOCKS (1969, S.18) nachstehend zitierte Anweisungen angeben: "Rule 1: Select as axioms those propositions that involve variables that are taken

to be directly linked causally; axioms should therefore be statements that imply direct causal links among variables. Rule 2: State theorems in terms of covariations and temporal sequences thereby making them testable provided adequate measures of all variables can be obtained." Die simplen Theorien sollen lediglich die Startbasis für komplexere und adäquatere Theorien bilden. Dies soll in einer weiteren Phase erreicht werden, in welcher (a) eine grössere Zahl von Variablen, (b) komplexere Formen von Zusammenhängen zwischen Variablen, (c) eine Dynamisierung und (d) realistischere Annahmen über den Einfluss von nicht im deduktiven System enthaltenen Variablen eingebaut werden (BLALOCK 1969, S.4).

Es kann hier nicht darum gehen, die hinter BLALOCKS Forschungsstrategie stehenden grundsätzlichen Postulate wie strengste empirische Ueberprüfbarkeit, möglichst grosse Einfachheit von Theorien, aber auch deren Ziel (die Prognose) zu diskutieren. Es ist auch nicht erforderlich, wissenschaftstheoretisch zu argumentieren und allgemein nachzuweisen, dass jede Form von Operationalismus für die Soziologie an sich unbrauchbar sei. Es genügt uns zeigen zu können, dass BLALOCKS Strategie für die Erreichung seiner <u>eigenen Ziele</u> nicht adäquat ist.

Nach BLALOCK sollte der schon von EUCKEN (1950, S.27ff.) kritisierte Versuch unternommen werden, ausgehend von einzelnen Elementen (die sich in Axiome kleiden lassen) entsprechend ungefähren Vorstellungen über die Wirklichkeit "von unten her" eine empirisch streng überprüfbare Theorie in axiomatischer Form aufzubauen. Die so zu entwickelnde Theorie wird "von Fall zu Fall" entwickelt, sie steht nicht in einem grösseren Interpretationszusammenhang (vgl. dazu LAZARSFELD 1968, S.633) und wird sich deshalb in ihrem Aussagenbereich fast notwendigerweise innerhalb enger Grenzen gesellschaftlicher Epiphänomene bewegen. Was zu Beginn des Theorienbildungsprozesses vereinfachend gesetzt wurde, kann angesichts der Komplexität der sozialen Wirklichkeit und ihrer Interdependenzen auch durch die später einzuführenden Differenzierungen nicht wesentlich modifiziert werden. Auch mit Hilfe von raffinierten Ausweitungen des axiomatischen Systems

(welche auch einen empirizistischen Einbruch in die axiomatische Theorienbildung bedeuten) wird man über die grundlegenden ersten Annahmen nicht hinwegkommen können. Die Folge ist nicht nur eine Flucht in die "Detailforschung", in die "Mikrowelt" (HEYDEN 1966, S.74). Das Vorgehen führt auch dazu, dass die nach BLALOCK zu wählende konkrete Prognosebasis ungenügend ist, so dass die daraus abgeleiteten Prognosen nur unter der Prämisse gesellschaftlicher Invarianz und Statik Gültigkeit haben (LUETHI 1969, S.983). Das Ziel BLALOCKS bestand aber gerade in der Formulierung von Theorien, welche sich durch besondere prognostizistische Eignung auszeichnen sollen. Zu recht bezeichnet OPP (1971, S.607) das Vorgehen von BLALOCK deshalb als eine unzulässige "Privatmethodologie", welche die Ergebnisse der analytischen Wissenschaftstheorie vernachlässigt. Aber auch wenn wir von den spezifischen (negativen) Eigenheiten der Strategie von BLALOCK absehen, werden wir die erwähnten grundsätzlichen Schwierigkeiten im Zusammenhang mit einer axiomatisierenden Forschungsmethode angesichts des Entwicklungsstandes der soziologischen Theorienbildung kaum umgehen können.

In Klammern sei angefügt, dass das Vorgehen BLALOCKS nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Relevanz der daraus ableitbaren soziologischen Aussagen zu kritisieren ist, dass es zudem am Kriterium der optimalen empirischen Ueberprüfbarkeit scheitert: BLALOCKS Aufbau der Theorie "von unten nach oben", vom Element über das simplifizierende zum komplexen System, kann grundsätzlich eine fast beliebig grosse Anzahl empirisch weitgehend gleich gut bestätigter Theorien liefern, über welche ohne einen übergeordneten theoretischen Rahmen kein Urteil gefällt werden kann. Selbst sein Kriterium der weitestgehenden Einfachheit von Theorien (vgl. dazu im einzelnen Kapitel III) ist im konkreten Fall nicht unmittelbar anzuwenden, da die Struktur der deduktiven Systeme mehrere Dimensionen aufweist, welche sich durch unterschiedliche Grade von "Einfachheit" auszeichnen können. Dem Problemkreis der empirischen Ueberprüfung soziologischer Theorien werden wir uns jedoch erst im Rahmen unseres vierten Kapitels zuwenden.

Als Ergebnis unserer Diskussionen halten wir fest, dass sich der Soziologe vom Einsatz der axiomatischen Methode weder als Forschungsstrategie noch als Formulierungsziel theoretischer Aussagen jedenfalls beim heute vorliegenden Stand der Soziologie kaum viel versprechen darf.

III. Kapitel — Die Formalisierung soziologischer Theorien: Ueber die linguistische Funktion der Mathematik

Die zweite Phase im Prozess der Theorienbildung zeichnet sich gemäss unserer Gliederung dadurch aus, dass soziologische Aussagen, Bündel von Aussagen oder hochkomplexe Aussagensysteme spezifiziert ausformuliert werden. Diese Phase wird häufig mit "Theorienbildung" schlechthin identifiziert, und die Verwendung der Mathematik an eben dieser Stelle des Theorienbildungsprozesses wird üblicherweise angesprochen, wenn ganz allgemein von einer "Mathematisierung" der Soziologie die Rede ist. Wir haben diese Einsatzmöglichkeit der Mathematik mit dem Ausdruck "Formalisierung" gekennzeichnet.

Mit der "Formalisierung" einer soziologischen Theorie meinen wir somit nicht etwa deren Axiomatisierung, sondern ihre Mathematisierung, d.h. den Versuch, soziologische Aussagen in mathematischer Sprache auszudrücken. Häufig trifft es zwar zu, dass einer Formalisierung einer soziologischen Theorie in der Tat eine Axiomatisierung vorausgegangen ist. Die Formalisierung einer soziologischen Theorie setzt dessen ungeachtet ihre Axiomatisierung keineswegs voraus, wie uns einige im vorangehenden Kapitel dargestellte Beispiele illustrieren.

Was das Vorgehen des Wissenschaftlers betrifft, so kann die Formalisierung einer soziologischen Theorie auf zweierlei Arten erfolgen: Es kann sich bei der Formalisierung um eine blosse Uebersetzung (allenfalls mit Modifikationen) verbaler Aussagen in mathematische handeln, oder aber um unmittelbar mathematisch formulierte Theorien.

Im ersten Fall wird eine verbal bereits ausformulierte soziologische Theorie in die mathematische Sprache übergeführt. Der eigentliche Uebersetzungsvorgang stellt dabei im allgemeinen die leichteste, und nur einen letzten Schritt darstellende Aufgabe dar, da namentlich komplexere verbal formulierte soziologische Theorien

einer vorgängigen "Aufbereitung" bedürfen. Wir erinnern uns in diesem Zusammenhang auch an die Aussage von RUSSELL (1944, S.694), nach welcher viele verbale Theorien einer derartigen "Aufbereitung" gar nicht zugänglich sind. Die "Aufbereitung" der verbalen Theorie muss dabei nicht (wie dies BLALOCK 1969, S.27, anzunehmen scheint) notwendigerweise auf eine Simplifizierung der ursprünglichen Theorie hinauslaufen, obwohl zweifellos richtig ist, dass nur das adäquat übersetzt werden kann, was inhaltlich klar ist. Die notwendigen Arbeiten zur Klärung der Ausgangstheorie können auch lediglich (wie wir das bereits im vorangehenden Kapitel dargestellt haben) in einer Herausarbeitung von Unklarheiten, Mehrdeutigkeiten und Inkonsistenzen ausmünden, welche dann als solche in eine mathematisch formulierte Theorie oder in mehrere Alternativtheorien zu übersetzen sind.

Im zweiten angeführten Fall wird dagegen eine neue soziologische Theorie bereits in mathematischer Sprache konzipiert. Selbstverständlich wird in eine solche Neukonzeption das vorhandene soziologische Basiswissen miteingehen, es wird jedoch nicht in Form einer bereits ausformulierten Theorie übernommen. Das Instrumentarium der mathematischen Sprache und das soziologische Basiswissen stellen gewissermassen "gleichberechtigte Bausteine" dar, die potentiellen Elemente der durch einen kreativen Akt noch zu schaffenden Theorie. Der dieses Vorgehen wählende Wissenschaftler steht dann immer wieder vor der Aufgabe, das konfligierende soziologische Basiswissen zu bewerten und Inkommensurabilitäten zwischen mathematischem Instrumentarium und soziologischem Wissen aufzulösen.

Selbstverständlich stellen beide Arten des Vorgehens eher idealtypische Konstruktionen denn effektive Beschreibungen des konkreten Vorgehens der Wissenschaftler bei einer Formalisierung dar. Dem bereits im ersten Kapitel erwähnten Zusammenhang zwischen Inhalt und Form wird man in der Praxis nicht entgehen können. Sehr zu recht stellt deshalb LINDENBERG (1971, S.95) fest, dass auch blosse Uebersetzungen stets einen kreativen Akt beinhalten, und andererseits werden sich auch die Versuche zur Formulierung einer neuen soziologischen Theorie stets mehr oder weniger ebenfalls

ausformulierter verbaler soziologischer Erkenntnisse bedienen. Deshalb werden wir in der Praxis diese beiden Typen kaum rein auffinden können - zur Beschreibung der Intention der Wissenschaftler sind sie dessen ungeachtet nützlich.

Wenn wir von der Art der verwendeten Mathematik ausgehen, sind im Rahmen der Formalisierung zwei Möglichkeiten der Nutzbarmachung der Mathematik auseinanderzuhalten: Entweder wird das bestehende mathematische Instrumentarium benutzt, indem in der Mathematik nach zur soziologischen Theorie oder Problemlage isomorphen Strukturen gesucht wird, oder aber es wird die Entwicklung eines neuen mathematischen Instrumentariums an die Hand genommen.

Als Kriterium für die Nützlichkeit eines mathematischen Instrumentes für eine Formalisierung einer soziologischen Theorie kann dabei selbstverständlich nicht dessen Bedeutung innerhalb der Mathematik genommen werden, da die Eigenheiten eines mathematischen Ansatzes, welche seine Bedeutung für die Mathematik ausmachen, nicht identisch sind mit jenen, welche seine Anwendbarkeit auf soziologische Problemstellungen bestimmen. So hat sich beispielsweise gezeigt, "dass sich gerade mathematisch unzulänglich behandelte Teile der Spieltheorie für die Anwendung in den Sozialwissenschaften als fruchtbar erwiesen haben" (FESTINGER 1965, S.338-339), was etwa durch die Arbeit von REICHARDT (1966) illustriert wird. Eine weitere treffende Illustration dieses Sachverhaltes liefert die von KOENIG (1949) geschaffene mathematische Theorie der Graphen, welche vom mathematischen Standpunkt aus als wenig wichtig zu beurteilen, und deshalb lange Zeit völlig unbeachtet geblieben ist. Die "Entdeckung" der Graphentheorie blieb erst viele Jahre später den Sozialwissenschaften vorenthalten.

Die Entwicklung eines neuen mathematischen Instrumentariums für soziologische Formalisierungen auf der anderen Seite scheint angesichts der Tatsache, dass sich die Mathematik bisher in engem Kontakt mit den Naturwissenschaften fortgebildet hat, kaum abwegig. Es handelt sich jedoch keineswegs um eine historisch ein-

zigartige Situation, wenn das dem Soziologen zur Verfügung stehende Instrumentarium für seine Formalisierungen nicht ausreichen sollte. Es sei etwa daran erinnert, dass auch NEWTON gezwungen war, das mathematische Instrumentarium für die Konzipierung seines Bewegungsgesetzes selbst zu entwickeln.

Die eben vorgenommenen Differenzierungen von Formalisierungen nach ihrer inhaltlichen und mathematischen Basis liefern uns vier Haupttypen, welche wir in der untenstehenden Uebersicht zusammengestellt haben:

		formal-mathematische Basis	
		vorhandenes mathematisches Instrumentarium	neu zu schaffendes mathematisches Instrumentarium
inhaltlich-soziologische Basis	verbal ausformulierte soziolog. Theorie	FORMALISIERUNG I	FORMALISIERUNG II
	allgemeines soziologisches Basiswissen	FORMALISIERUNG III	FORMALISIERUNG IV

Losgelöst vom konkreten Problem können die grundsätzlichen Vor- und Nachteile dieser vier Formalisierungstypen natürlich nur sehr generell beurteilt werden. Einige Voraussetzungen und Konsequenzen der Wahl eines bestimmten Formalisierungstyps liegen jedoch auf der Hand:

Die Formalisierung einer verbal explizit ausformulierten soziologischen Theorie mit Hilfe des vorhandenen mathematischen Instrumentariums (FORMALISIERUNG I) ist besonders der Gefahr ausgesetzt, dass mathematische Sachzwänge zu einer nicht antizipierten Veränderung der ursprünglichen Theorie führen, welche in der Folge bewusst oder unbewusst durch die mathematische Formulierung verdeckt wird. Falls die Ausgangstheorie bereits relativ eingehend ausgearbeitet vorliegt, sind zudem nur wenige über diese hinausreichende neue Erkenntnisse zu erwarten.

Bei der Formalisierung allgemeinen soziologischen Wissens mit Hilfe des bestehenden mathematischen Instrumentariums (FORMALISIERUNG III) muss befürchtet werden, dass der Prozess der Theorienbildung in erster Linie durch das mathematische Instrumentarium gesteuert wird, dass häufig also mathematische Sachzwänge inhaltliche Entscheidungen bewirken, während das soziologische Wissen zu wenig reflektiert wird und zu kurz kommt (vgl. LUETHI 1969, S.976). Dagegen beinhaltet die Wahl dieser Formalisierungsvariante auch immer die Chance, tatsächlich zu neuen Erkenntnissen vorzustossen.

Die Formalisierung einer bestehenden verbal ausformulierten Theorie mit Hilfe eines erst noch zu schaffenden mathematischen Instrumentariums (FORMALISIERUNG II) besitzt grundsätzlich die Chance einer adäquaten Uebersetzung und einer optimalen Herausarbeitung der durch die Theorie implizierten Tatbestände, setzt aber schöpferische mathematische Fähigkeiten voraus.

Nicht nur die schöpferischen Fähigkeiten eines Mathematikers, sondern auch solche eines Soziologen werden für die Formalisierung unspezifizierten soziologischen Basiswissens mit Hilfe eines noch zu erarbeitenden mathematischen Instrumentariums vorausgesetzt (FORMALISIERUNG IV). Damit wird eine Akkumulation von Fähigkeiten verlangt, die kaum in einer einzelnen Person vereinigt sein dürften, so dass diese Variante nach einer Zusammenarbeit zwischen Soziologen und Mathematikern ruft.

Selbstverständlich ist die Grenzlinie zwischen "verbal ausformulierten soziologischen Theorien"/"allgemeinem soziologischem Basiswissen" auf der einen Seite und "neu zu schaffendem"/"vorhandenem mathematischem Instrumentarium" im konkreten Fall nicht scharf zu ziehen. Schliesslich können die hier auseinandergehaltenen Formalisierungstypen in der Praxis auch gemischt vorkommen. Deshalb ist es nicht sinnvoll, die hier angeführte Klassifikation zur Grundlage unserer weiteren Ausführungen zu erheben. Die Abgrenzungsschwierigkeiten wären so gross, dass auch die Suche nach wirklich treffenden Beispielen allzu oft erfolglos bliebe.

BORGETTA (1969, S.xi) hat darauf hingewiesen, dass eine Formalisierung nicht mehr als einen Schritt über das vorhandene soziologische Wissen bzw. die ursprüngliche verbale Theorie hinaus bedeuten könne. Wir haben zu untersuchen, wie gross dieser Schritt sein könnte. Zu diesem Zwecke müssen wir die Zielrichtungen der durch die Formalisierungen implizierten Schritte auseinander halten. In unserer Terminologie bedeutet dies, dass wir von den verschiedenen Funktionen einer Formalisierung auszugehen haben und untersuchen müssen, ob und in welchem Ausmass durch eine Formalisierung diese Funktionen grundsätzlich realisiert werden können, und welche Erfolge die Praxis auszuweisen hat.

Die Funktionen einer Formalisierung werden hier "an sich" als mögliche Zielpunkte der Theorienbildung betrachtet, und nicht als Instrument in einem grösseren Zusammenhang, etwa in jenem des von BUNGE (1967 B, S.483ff.) vertretenen Postulates, dass letztlich angestrebt werden müsse, wissenschaftliche Theorien durch einen Prozess der "Reconstruction" im von ihm verwendeten Sinne zu formalisieren, was sowohl eine Symbolisierung und eine Axiomatisierung beinhaltet, als auch die Angabe der zulässigen syntaktischen (Transformations-) und semantischen (Interpretations-) Regeln, sowie der Voraussetzungen der Theorie. Diese szientistisch-perfektionistische Zielsetzung erscheint uns auf dem Hintergrund des heute verfügbaren soziologischen Wissens wenig realistisch.

Die Funktionen einer Formalisierung können in summarischer Zusammenfassung der in der Literatur vertretenen Meinungen bestehen

(a) in einer Verbesserung der Deskription: die Uebersetzung verbaler Aussagen in mathematische führt zu einer anschaulicheren, übersichtlicheren, geraffteren Darstellung.

(b) in der Notwendigkeit, dass die Annahmen der Theorie explizit ausformuliert werden: dadurch können (wie MAYNTZ 1967, S.30, erwähnt) latente Theorien sichtbar gemacht werden; die Theorie wird transparenter und somit auch besser kontrollierbar.

(c) in der Chance, dass Aussagen höchster Komplexität nun erfassbar uns kommunikationsfähig gemacht werden oder im "sanften

Zwang" des mathematischen Instrumentariums, möglichst einfache Formulierungen zu suchen: zwei anscheinend nicht ganz widerspruchsfreie Funktionen also.

(d) in der Notwendigkeit, dass die verbalen Aussagen im Rahmen des Formalisierungsprozesses quantifiziert werden: die Aussagen werden dadurch nicht nur präziser und vergleichbarer; quantitative Aussagen erlauben auch die Durchführung von wesentlich mehr Operationen als verbale.

(e) in der Möglichkeit, die vorhandenen Informationen optimal auszuschöpfen: diese Funktion wird der besonderen Klarheit der mathematischen Ausdrucksweise sowie der Präzision der Ableitungen innerhalb von Formalisierungen zugeschrieben; sie führt in der Folge auch dazu, dass der prognostizistische Wert von Formalisierungen relativ hoch zu veranschlagen ist.

Diese Funktionen oder Funktionenkomplexe könnten selbstverständlich auch auf andere Art gegliedert werden. Unsere Aufstellung ist auch nicht vollständig in der Weise, dass sie alle je für eine Formalisierung ins Feld geführten Argumente decken würde. Wir halten uns pragmatisch an jene Funktionen, welche in der Diskussion um die Formalisierung der soziologischen Theorien im Vordergrund stehen. Deshalb scheint uns diese Gliederung auch eine geeignete Basis für die Strukturierung dieses Kapitels abzugeben.

Ein wesentlicher Komplex möglicher Funktionen ist in unserer Aufstellung allerdings durchwegs ausgeklammert worden. Häufig wird nämlich betont, dass die Formalisierung einer ausformulierten soziologischen Theorie oder des vorhandenen Basiswissens zur Aufdeckung interner Inkonsistenzen führt, dass mehrere formalisierte Theorien besser miteinander verglichen werden können als bloss verbale, dass die empirische Ueberprüfung formalisierter Theorien leichter und/oder eindeutiger durchgeführt werden kann, und dass die inhaltliche Relevanz formalisierter Theorien leichter zu beurteilen sei. Die Diskussion dieser möglichen Funktionen einer Formalisierung verschieben wir jedoch auf unser viertes Kapitel, in welchem wir auf die kritische Funktion der Mathematik beim Ueberprüfen soziologischer Theorien eintreten werden.

Die durch diese Aufteilung vorgenommene Unterscheidung zwischen den möglichen Funktionen einer Formalisierung in der Hauptphase der Theorienbildung und jenen im Zusammenhang mit einer kritischen Ueberprüfung der formalisierten Theorien entspricht übrigens in etwa der von BUNGE (1967 B, S.490) in einem etwas anderen Zusammenhang getroffenen Unterscheidung von theoretischen und metatheoretischen Zielsetzungen.

Die hier gewählte Strukturierung der Diskussion nach einzelnen Funktionen und Funktionenkomplexen führt dazu, dass wir auch in diesem Kapitel keinen Ueberblick über die bestehenden Formalisierungen in der Soziologie vermitteln werden. Die anzuführenden Beispiele werden ja nicht um ihrer selbst willen dargestellt, sie werden lediglich verwendet, um die möglichen Funktionen einer Formalisierung exemplarisch zu überprüfen. Deshalb werden wir uns auch nicht etwa bemühen, in erster Linie "prominente Namen" für unsere Diskussionen heranzuziehen. So werden etwa die "grossen" unmittelbar mathematisch formulierten Theorienkomplexe eines NEUMANN und MORGENSTERN (1961), eines RASHEVSKY (1947) und eines ZIPF (1947) nur am Rande oder überhaupt nicht zur Sprache kommen.

Schliesslich ergibt sich aus der Aufgliederung der Diskussion nach einzelnen Sub-Funktionen der nicht zu vermeidende Nachteil, dass Zusammenhänge und namentlich auch Konflikte zwischen den einzelnen Sub-Funktionen unter den Tisch fallen. Dieser Nachteil ist jedoch kaum vermeidbar, da derartige Zielkonflikte nicht losgelöst vom konkreten Beispiel generell diskutiert werden können.

ZUR VERBESSERUNG DER DESKRIPTION:

Die spezifische Knappheit der mathematischen Ausdrucksweise (KLAUS und BUHR 1972, Band 3, S.1035) ist ganz allgemein eine Eigenschaft, welche diese für deskriptive Zwecke als besonders geeignet erscheinen lässt. Daran hat wohl auch MASLOW (1970, S.356) gedacht, wenn er ausführt, dass die "übersichtlichsten Formen, die es ermöglichen, die Vielgestaltigkeit von Teilerscheinungen zu bewältigen, ... von der Mathematik erarbeitet worden" sind. Die Knappheit der mathematischen Sprache hängt offensichtlich mit der Verwendung spezifischer Symbole zusammen, welche zur Bezeichnung mathematischer "Objekte" und Operationsregeln eingesetzt werden. Zur Verwendung spezifischer (mathematischer oder nicht mathematischer) Symbole in der Soziologie haben wir uns bereits im letzten Abschnitt des vorangehenden Kapitels geäussert. Wir haben dort festgehalten, dass sich der Aufwand zur Formulierung von soziologischen Aussagen mit Hilfe von spezifischen Kurzschriftsymbolen im allgemeinen kaum lohnt, und haben dies mit drei Beispielen von SCHELLING (1800), PARSONS (1966) und HOLM (1960) illustriert.

Die Problemlage dieses Abschnittes unterscheidet sich von jener im vorangehenden Kapitel in der Weise, dass wir nun nach dem Nutzen einer Verwendung des mathematischen Instrumentariums für die Deskription soziologischer Aussagen fragen. Einige Ueberlegungen des vorangehenden Kapitels lassen sich aber direkt auf unsere neue Problemlage übertragen: (1) Der Vorteil der Knappheit der mathematischen Ausdrucksweise wird nur unter der Voraussetzung realisiert, dass das dabei verwendete Instrumentarium dem Adressaten bekannt ist. Damit wird gewährleistet, dass keine umständliche Einführung in dieses Instrumentarium erforderlich ist. Die Verwendung mathematischer Instrumente bloss zu deskriptiven Zwecken ist somit nicht sinnvoll, wenn diese Instrumente über die Mittelschulmathematik hinausreichen. Die Entwicklung eines neuen mathematischen Instrumentariums ausschliesslich zu diesem Zweck stellt schliesslich sogar einen Widerspruch in sich selbst dar. (2) Die genannten Vorteile können sich aber auch nur dann auswirken, wenn die formale Darstellung durch eine kleine Zahl einfacher Interpreta-

tionsregeln inhaltlich interpretiert werden kann. Ansonsten muss die formale Darstellung sich auf umfangreiche verbale Aussagen abstützen, was im Endeffekt auf eine unnötige Komplizierung der Ausdrucksweise hinausläuft und dem Zwecke einer Verwendung des mathematischen Instrumentariums widerspricht. Dies hat uns etwa das Beispiel von PARSONS (1966) eindrücklich illustriert.

Diese beiden Voraussetzungen für eine sinnvolle Anwendung des mathematischen Instrumentariums zu Darstellungszwecken sind üblicherweise dann gegeben, wenn einfache geometrische Darstellungsformen verwendet werden.

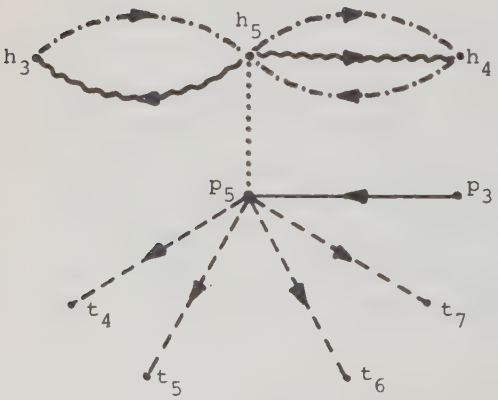
Die Aufzeichnung einer Funktionalbeziehung zwischen zwei Variablen in einem rechtwinkligen Koordinationssystem setzt nur aus dem Elementarunterricht bekannte Kenntnisse voraus und erfordert zur Interpretation nicht mehr als eine Beschreibung der das Koordinatensystem definierenden Variablen. Derartige Darstellungen sind in der soziologischen Literatur denn auch recht häufig anzutreffen, handle es sich dabei um eine Darstellung eines empirischen Verlaufes oder um eine theoretische Konstruktion. Ein Beispiel können wir dem ersten Abschnitt des vorangehenden Kapitels entnehmen. Es ist selbstverständlich, dass auch diese Darstellungsweise stets die Gefahr in sich birgt, dass ihre Voraussetzungen inbezug auf die darzustellende Problemlage nicht genügend abgeklärt werden und deshalb nicht erfüllt sind. Dies ist etwa dann der Fall, wenn die Funktionalbeziehung zwischen den beiden Variablen nicht stetig, mehrwertig oder nicht in allen Phasen des Verlaufes existent ist, sie aber unbesonnen durch eine stetige und einwertige Kurve dargestellt wird.

Die grundsätzlichen Grenzen des Einsatzes derartiger Instrumente liegen jedoch an einem anderen Ort, können aber gerade an dem von uns angeführten Beispiel einsichtig aufgezeigt werden. Zum einen ist der Grad an Genauigkeit dieser Darstellungsmöglichkeiten offensichtlich begrenzt. Gerade dieses Argument ist jedoch für soziologische Problemlagen kaum von Bedeutung, da die "Fehlergrenze" soziologischer Aussagen die Genauigkeit der graphischen Darstel-

lungen im allgemeinen sicher übersteigt. Zum anderen sind derartige Darstellungsformen nur auf relativ einfache Zusammenhänge anwendbar. Sofern etwa in unserem Beispiel mehrere Variablen auftreten, sobald das zu wählende Koordinatensystem kein rechtwinkliges mehr ist, sobald sich der darzustellende Sachverhalt als etwas komplexer erweist, können die Vorteile dieser Darstellungsform nicht mehr realisiert werden. Häufig kann wohl auf eine andere Form der geometrischen Darstellung ausgewichen werden, was dann allerdings im allgemeinen die Einführung eines weniger bekannten und komplizierteren Instrumentariums mit sich bringt. Damit stellt sich dann erneut die Frage, ob dieser Aufwand zum Ergebnis in einem vertretbaren Verhältnis steht.

Natürlich stehen noch weitere relativ einfache "figürliche" Darstellungsmöglichkeiten innerhalb und auch ausserhalb der elementaren Geometrie und der Geometrie überhaupt zur Verfügung, die keinen grossen Lernaufwand voraussetzen und für blosse Darstellungszwecke geeignet sein könnten. Am verbreitetsten dürfte in der Soziologie die Verwendung des "Soziogramms" in der Soziometrie sein (vgl. z.B. ATTESLANDER 1971, S.238-240). Der Einsatz derartiger Hilfsmittel zu Darstellungszwecken ist jedoch dermassen gebräuchlich und elementar, dass wir uns hier mit dem knappen Hinweis auf ein Beispiel begnügen können:

Häufig wird heute das Instrumentarium der Theorie der Graphen zu blossen Darstellungszwecken verwendet. Die untenstehende Figur stammt von OESER und HARARY (1962, S.97). Sie stellt die einer bestimmten Position (p_3) zugeordnete formelle und informelle Rolle



Zeichenerklärung

..... Personnel assignment
- - - - - Task specification
——— Power relation
—·—·— Liking relation
~~~~ Communication relatio
~~~~

dar. Diese Figur kann verbal nur aufwendig umschrieben werden: Die Person h_5 wurde für die Position p_3 ausgewählt, welcher die Aufgaben t_4 bis t_7 zugeordnet sind; die Person h_5 unterhält mit den Personen h_3 und h_4 verschiedene noch zu spezifizierende Relationen ("Liking relations", "Communication relations"). Diese verbale Beschreibung kann mit der figürlichen inbezug auf Knappheit und Uebersichtlichkeit zweifellos nicht konkurrieren.

Die Vorteile derartiger Darstellungsmöglichkeiten werden natürlich insbesondere dann verstärkt, wenn mehrere Figuren zum Vergleich verwendet werden, da der Vergleich durch das gemeinsame Instrument der Darstellung standardisiert, und damit einsichtiger wird.

Wir haben dieses tatsächlich elementare Beispiel jedoch nicht übernommen, um kaum bestrittene und ohne weiteres einleuchtende Vorteile zu diskutieren. Das Beispiel scheint uns vielmehr notwendig, um die Grenzen dieser Darstellungsmöglichkeiten sichtbar zu machen. Denken wir etwa daran, dass anstelle der angeführten Figur das Netz der Graphen für alle Positionen einer komplexen Grossorganisation abzubilden wäre, welches sich durch die Einführung zusätzlicher informeller Beziehungen erweitern liesse, dann sehen wir, dass die figürliche Darstellung die Uebersichtlichkeit (im Gegensatz zur Knappheit) nur bis zu einer im einzelnen zu bestimmenden Grenze an Komplexität gewährleistet. Wird diese vom einzelnen Darstellungsinstrument abhängige Grenze überschritten, kehrt sich der Vorteil der Uebersichtlichkeit in sein Gegenteil um (eine besonders schwer lesbare räumliche Darstellung findet sich z.B. bei LAUMANN (1966, S.100-101), wo im Gegensatz zu unserem Beispiel tatsächlich die deskriptive Funktion im Vordergrund steht). Eine verbale Formulierung wäre dann zwar immer noch wesentlich umständlicher als die figürliche, sie kann letztere an Uebersichtlichkeit jedoch übertreffen.

Etwas weniger elementar ist die Verwendung algebraischer Darstellungsformen zur Beschreibung soziologischer Aussagen. Auch dieses Instrumentarium wird sinnvollerweise nur dann zu blossen

Darstellungszwecken verwendet, wenn es relativ bekannt und einfach ist, da sonst der Aufwand zur Einführung in dieses Instrumentarium zu gross wird und Missverständnisse leicht auftreten können. Das bedeutet allerdings nicht, dass dieses Instrumentarium nur auf einfache soziologische Aussagen anwendbar sei, da soziologisch Komplexes nicht auch mathematisch komplex sein muss. Dies gilt natürlich auch umgekehrt.

Algebraische Darstellungsformen zeichnen sich durch eine noch grössere Knappheit aus, weshalb komplexe algebraische Aussagen formuliert werden können, welche jede figürliche Darstellung sprengen würden. Ihnen ist ferner eine grössere Genauigkeit, andererseits aber auch eine geringere Suggestivität eigen. Schliesslich können auch nicht genau spezifizierte Grössen und Relationen algebraisch festgehalten werden: Mit einer algebraischen Grösse kann beispielsweise operiert werden, ohne dass diese gemessen wurde, man kann Relationen zwischen Variablen verwenden, ohne dass die Art dieser Relation spezifiziert wird. Dies ist bei einem Teil der figürlichen Darstellungen ebenfalls möglich, verbale Formulierungen derartiger genereller Aussagen sind dagegen häufig ausserordentlich aufwendig (z.B. die verbale Beschreibung einer Matrix). Grundsätzlich dürften diese Tatbestände aus der Anwendung der elementaren Algebra zur Darstellung von Funktionalzusammenhängen allgemein bekannt sein. Wir illustrieren sie hier anhand einer Anwendung der Matrixalgebra.

Nach dem Kriterium der in ihnen ablaufenden Mobilitätsbewegungen lassen sich Typen von Gesellschaften matrizenalgebraisch darstellen. Wir halten uns an eine von PRAIS (1955 B) vorgeschlagene Darstellung; eine andere Variante hat auch SVALASTOGA (1958, S.288) vorgelegt. Dazu verwenden wir Mobilitätsmatrizen, deren Zeilen (für den Fall der intergenerationellen Mobilität) die verschiedenen Schichten des Vaters angeben, und deren Spalten die einzelnen Schichten des Sohnes unterscheiden. Unsere Darstellung orientiert sich an einem 4-Schichtenmodell (Gesellschaften, welche aus vier Gesellschaftsschichten bestehen). Die von PRAIS unterschiedenen Gesellschaftstypen lassen sich durch die folgenden Mobilitätsmatrizen darstellen:

(1) Gesellschaft mit komplett geschlossenen Schranken:

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(2) Zwei-Kasten-Gesellschaft mit je zwei Unterkasten:

$$M = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 & 0 \\ p_{21} & p_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{33} & p_{34} \\ 0 & 0 & p_{43} & p_{44} \end{bmatrix}$$

(3) "Revolutionäre Gesellschaft" mit zwei Hauptschichten:

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 0 & p_{13} & p_{14} \\ 0 & 0 & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & 0 & 0 \\ p_{41} & p_{42} & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(4) Gesellschaft mit einer aussterbenden Schicht (Schicht 4):

$$M = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & 0 \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & 0 \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & 0 \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} \end{bmatrix}$$

(5) Gesellschaft mit perfekter Mobilität:

$$M = \begin{bmatrix} p_1 & p_2 & p_3 & p_4 \\ p_1 & p_2 & p_3 & p_4 \\ p_1 & p_2 & p_3 & p_4 \\ p_1 & p_2 & p_3 & p_4 \end{bmatrix}$$

Die Vorteile dieser Darstellung im Vergleich zur analogen verbalen Formulierung müssen kaum detailliert angeführt werden: Die Standardisierung verbessert die Einsichtigkeit des Vergleichs

der verschiedenen Typen, die Knappheit und die Uebersichtlichkeit ist erstaunlich, wenn wir uns den Aufwand überlegen, den eine verbale Formulierung der Typen mit sich gebracht hätte. Schliesslich setzt die Interpretation der Matrizen kein besonderes "mathematisches Verständnis" voraus.

Es wird auch auffallen, dass die Formulierung der Gesellschaftstypen möglich ist, ohne dass die Matrixelemente quantitativ spezifiziert werden müssen (es werden bloss die p_{ij} und die Werte 0 und 1 unterschieden, wobei die p_{ij} alle Werte zwischen 0 und 1 annehmen können, die Grenzwerte 0 und 1 selbst ausgeschlossen). Natürlich könnten die p_{ij} innerhalb derselben Darstellungsform (Matrizen) noch weiter differenziert werden. Umgekehrt könnte auch die allgemeine Matrix niedergeschrieben werden, in welcher alle angeführten Gesellschaftstypen enthalten sind (ausschliesslich mit p_{ij} besetzt). Die Möglichkeit, dass die Differenziertheit der Aussagen innerhalb derselben Darstellungsform nach Wunsch variiert werden kann, ist deshalb von Interesse, weil eine vermehrte Differenzierung der Aussagen die Suggestivität der Darstellung vermindert. Differenziertheit und Suggestivität stehen also in einem Konfliktverhältnis, weshalb die Feststellung wichtig ist, dass die Wahl eines bestimmten algebraischen Instrumentes diesen Konflikt nicht a priori in einer bestimmten Richtung auflöst.

Aufgrund unserer Ausführungen in diesem Abschnitt liegt der Schluss nahe, dass eine vermehrte Verwendung mathematischer Darstellungsformen nur positiv zu beurteilen ist. Die mathematischen Ausdrucksformen scheinen jene der verbalen Sprache inbezug auf Knappheit und Uebersichtlichkeit weit auszustechen. Tatsächlich haben wir aber keineswegs gezeigt, dass diese Folgerung allgemein gültig ist, sondern bloss illustriert, dass sie für gewisse Fälle zutrifft. Dass von einer generellen Ueberlegenheit des mathematischen Instrumentariums über die verbale Sprache nicht die Rede sein kann, illustrieren wir an einem kleinen Beispiel:

Spreche ich etwa undifferenziert aber knapp und suggestiv davon, dass "die ökonomischen Beziehungen zwischen den Industriestaaten und den Entwicklungsländern den Tatbestand der "'Ausbeutung' er-

füllen", dann wird es mit kaum gelingen, diese Aussage in mathematischer Sprache auch nur annähernd so knapp und suggestiv zu formulieren. Möchte ich aber die den Sachverhalt der "Ausbeutung" ausmachenden ökonomischen Beziehungen übersichtlich aber detaillierter aufzeigen, dann wird sich eine mathematische Darstellung aufdrängen. Diese wird infolge der neu eingeführten Differenzierungen weniger knapp und suggestiv ausfallen als die ursprüngliche verbale Formulierung, aber doch wesentlich knapper und suggestiver, als wenn die Differenzierungen verbal ausformuliert würden. Ein anderes Beispiel würde zeigen, dass die allgemeinste und undifferenzierteste Form der Aussage am besten mathematisch dargestellt wird (etwa Funktionalbeziehungen mit einer grösseren Anzahl unabhängiger Faktoren), während wir bei einer Differenzierung dieser Aussage (bei einer Spezifizierung der Faktoren) im allgemeinen auf Kosten der Knappheit besser zur verbalen Ausdrucksweise greifen.

Das bedeutet allgemein, dass nicht grundsätzlich festzulegen ist, wann die verbale und wann die mathematische Darstellungsform adäquater ist. Für die eine Aussage kann eine mathematische Form knapper, suggestiver und präziser ausfallen als die analoge verbale, in einem anderen Fall wird es gerade umgekehrt sein. In vielen Fällen schliesslich ist die eine Darstellungsform inbezug auf die Knappheit, die andere aber etwa inbezug auf die Suggestivität überlegen. Dies deshalb, weil mathematische nicht auch soziologische Einfachheit bedeuten muss, weil die erwähnten Attribute nicht generell der einen oder anderen Darstellungsform zuzuordnen sind. Die Wahl einer bestimmten Darstellungsform bedeutet somit in den meisten Fällen die Bevorzugung bestimmter Attribute der Darstellung, etwa ihre Knappheit oder ihre Suggestivität. In diesem Zusammenhang ist daran zu denken, dass das Ziel einer möglichst knappen Formulierung nicht jenseits jeder Kritik steht. Die hohe Redundanz der verbalen Umgangssprache, welche darauf basiert, dass eine beachtliche Verbundwahrscheinlichkeit zwischen einzelnen Wörtern dieser Sprache existiert, und zur Folge hat, dass verbal formulierte Aussagen ohne Informationsverlust deformiert und deshalb auch rekonstruiert werden können, be-

deutet eine gewisse Sicherheit der sprachlichen Kommunikation, welche natürlich in dem Masse abnimmt, in welchem eine redundanzfreie (also knappe) Formulierung angestrebt wird (vgl. HERMANN 1972, S.45).

Die Effizienz und die Adäquatheit der beiden Darstellungsformen sind somit nicht generell zu bestimmen, sie hängen im konkreten Fall ab (1) von den Anforderungen, welche an die Darstellung gestellt werden (z.B. möglichst grosse Suggestivität, allenfalls auf Kosten der Differenziertheit), (2) von der Struktur der soziologischen Aussage, und (3) vom vorhandenen mathematischen Instrumentarium bzw. den verbalen Ausdrucksmöglichkeiten. Wenn gelegentlich von allgemein gültigen Vorteilen der einen Darstellungsform gegenüber der anderen gesprochen wird, dann hängt dies damit zusammen, dass nicht äquivalente Aussagen verglichen werden.

Diese Bemerkungen beziehen sich wohlverstanden auf den ausschliesslichen Einsatz der Mathematik zu Darstellungszwecken. Falls im Anschluss an die Darstellung Operationen durchgeführt werden sollen, können die darstellerischen Nachteile der mathematischen Formulierung selbstverständlich dadurch aufgehoben werden, dass die Mathematik für die Durchführung dieser Operationen standardisierte Verfahren zur Verfügung stellt.

ZUR NOTWENDIGKEIT EINER EXPLIZITEN FORMULIERUNG DER ANNAHMEN:

Auch ein dezidierter Gegner einer Formalisierung sozialwissenschaftlicher Aussagen wie LUETHI (1969, S.976) kommt nicht darum herum, mit einer gewissen Hochachtung von der "Wohltätigkeit des Zwanges" zu sprechen, den die Formalisierung in Richtung auf eine explizite Formulierung der hinter der Aussage liegenden Annahmen ausübt. Als so besonders "wohltätig" wird dieser Zwang deshalb empfunden, weil dadurch die einer Ueberprüfung entzogenen Annahmen von den mit der Empirie zu konfrontierenden Hypothesen getrennt werden, womit die "Beschränktheit der Theorie" (LINDENBERG 1971, S.102) offen dargelegt wird.

Die Frage ist, inwiefern die neben LUETHI auch etwa von ALKER (1965, S.54), KEMENY (1961, S.35) und MAYNTZ (1967, S.27) geführte Rede von der durch den Formalisierungsprozess bewirkten Notwendigkeit einer ausdrücklichen Formulierung der Annahmen stimmig ist. Einen ersten Hinweis, dass diese Meinung differenziert werden muss, liefert uns RATOOSH (1965, S.23), der die Frage, was von einer Formalisierung zu erwarten sei, wie folgt beantwortet: "For one thing, the mathematical model requires that the assumptions of the theoretical ideas be made explicit. But this is both true and false. The model that is applied to data, however, is not quite this mathematical model."

Diesen noch etwas vagen Hinweis können wir konkretisieren, wenn wir an einem konkreten Beispiel untersuchen, wie es sich mit der postulierten Notwendigkeit in der Praxis verhält. Zu diesem Zwecke wenden wir uns einer Gruppe von Formalisierungen zu, welche BLALOCK (1969) in Anlehnung an ökonometrische Modelle entwickelt hat.

Die Formalisierungen BLALOCKS bestehen aus der Festsetzung einer Anzahl von Variablen, aus Aussagen über die Existenz kausaler Beziehungen zwischen diesen Variablen und der Festlegung der Richtung dieser Relationen. Es handelt sich somit um Kausalmodelle,

welche kausale Beziehungen zwischen einer Mehrzahl von Variablen festhalten. Ist eine Variable von keiner anderen explizit eingeführten Variablen abhängig, dann heisst sie exogen, ist sie mindestens von einer anderen explizit eingeführten Variablen abhängig, wird sie als endogen bezeichnet. Die Relationen zwischen den Variablen können in der Form eines Gleichungssystems festgehalten werden, welches unter bestimmten Bedingungen determiniert ist und aufgelöst werden kann.

Neben den endogenen und den exogenen Variablen treten in diesen Formalisierungen auch noch die sogenannten "error terms" auf, welche (da es sich nicht um Fehler im üblichen Sinne handelt) besser mit DUNCAN (1966) als "residual variable" oder mit BOUDON (1967) als "facteur implicite" bezeichnet werden. Das Erfordernis einer Einführung derartiger Residualvariablen ergibt sich aus der Einsicht, dass nicht davon ausgegangen werden darf, die begrenzte Anzahl der exogenen Variablen vermöchte die endogenen Variablen tatsächlich voll und ganz zu bestimmen. Die Residualvariablen bezeichnen somit die Einflüsse von "ausserhalb des Systems". Ueber diese Residualvariablen müssen nun zusätzliche Annahmen gemacht werden, damit eine Lösung des Gleichungssystems überhaupt möglich ist. Die entscheidende Annahme ist die, dass die verschiedenen Residualvariablen nicht miteinander korreliert sein dürfen.

Wie ist nun die zur Diskussion stehende These aufgrund der Konzeption von BLALOCK zu beurteilen? Wir stellen zunächst fest, dass diese Konzeption in der Tat die explizite Formulierung einiger Annahmen erfordert: Die Variablen, welche primär als die relevanten Faktoren angesehen werden, müssen deutlich ausgeschieden werden, die vermuteten Relationen zwischen ihnen sind zu spezifizieren. Ferner wird die Annahme präzisiert, dass neben diesen Variablen weitere Faktoren wirksam sind: die Residualvariablen.

Die Annahmen über die Residualvariablen, welche inhaltlich nicht spezifiziert werden müssen, erfolgen aber auf einer rein technischen Ebene, sie ergeben sich aus einem technischen Sachzwang. Die diesem technischen Sachzwang entsprechenden inhaltlichen An-

nahmen werden von BLALOCK jedoch nicht behandelt. Bei den inhaltlichen Annahmen handelt es sich zum einen um die inhaltliche Deutung der Residualvariablen, zum anderen um die grundsätzliche Annahme, dass einzelne Variablen durch andere Variablen erklärt werden können, welche voneinander isolierbar sind, dass also die Aussage, in der Gesellschaft hänge "alles mit allem" zusammen, in der Weise modifiziert werden könne, dass gewisse Variablen nicht wesentlich mit gewissen anderen Variablen zusammenhängen. Das Fatale am Vorgehen BLALOCKS liegt natürlich nicht in der Setzung dieser nicht zu vermeidenden Annahme, sondern im Tatbestand, dass sie infolge des technischen Sachzwanges undifferenziert eingesetzt werden muss. Da die Residualvariablen inhaltlich nicht gedeutet werden müssen, wird eine Diskussion über Sinn oder Unsinn der Annahme im konkreten Fall unmöglich gemacht. Die Annahmen über die Residualvariablen bewegen sich somit bloss auf der formalen Ebene, inhaltlich werden sie nicht notwendigerweise expliziert. Falls dies zusätzlich durchgeführt wird, ergibt sich die inhaltliche Setzung der Annahmen bloss als Derivat der durch das technische Instrumentarium erzwungenen Annahmen.

Nebenbei bemerkt, führt dies zudem dazu, dass der Wissenschaftler leicht in Versuchung gerät, ohne Schwierigkeiten operationalisierbare (und im hier besprochenen Falle auch: quantitativ messbare) Variablen als explizite endogene und exogene Variablen auszusondern, und andere schwerer fassbare Variablen im unerschöpflichen Sankt-Nikolaussack der Residualfaktoren zu vergraben, ohne dass die inhaltliche Relevanz der einzelnen explizit eingeführten bzw. nicht explizit beschriebenen Variablen eingehend geklärt wird.

Noch an einem weiteren Punkt wird ersichtlich, dass im Gegensatz zu den rein formalen Annahmen, von einem notwendigen Zwang zur bewussten Formulierung der inhaltlichen Annahmen im Formalisierungsprozess nicht die Rede sein kann: Bei den Formalisierungen BLALOCKS handelt es sich, wie bereits gesagt, um Kausalmodelle, welche festhalten, ob, in welcher Weise und in welchem Ausmass bestimmte Variablen andere Variablen beeinflussen. Nun gehört die

Problematik der Kausalität in der Wissenschaft und speziell auch in der Sozialwissenschaft zu den umstrittensten Fragen schlechthin (vgl. dazu etwa BUNGE 1963, DAHLSTROM 1959, LEFEVRE 1971, S.16-29, NIPPERT 1972, S.42-45, ZELENY 1968, S.109-125). Ob hinter BLALOCKS Kausalansatz bestimmte ontologische Annahmen stehen, und welcher Art diese allenfalls sind, wird (obwohl sich einige wenige vage und sogar widersprüchliche Aussagen dazu finden lassen) nicht ernstlich diskutiert. Für die Konstruktion der Kausalmodelle ist es jedoch entscheidend, etwas über die diesbezügliche Position zu wissen, bzw. sich selbst über die eigene Position im klaren zu sein. Diese Notwendigkeit ergibt sich knapp ausgedrückt aus der Tatsache, dass es jeweilen durchaus möglich ist, aufgrund eines vorliegenden Datenhaufens eine Vielzahl von Kausalmodellen zu entwerfen, welche den Daten entsprechen. Die Entscheidung, welches der verschiedenen möglichen Modelle gewählt werden soll, muss sich wesentlich an Vorstellungen des Wissenschaftlers über die Kausalitätsproblematik orientieren.

Am Beispiel des Ansatzes von BLALOCK haben wir somit gezeigt, dass die These von der Notwendigkeit einer expliziten Formulierung der Annahmen im Zusammenhang mit der Formalisierung soziologischer Aussagen insofern <u>richtig</u> ist, als sich diese auf rein <u>formale</u> Aspekte bezieht, insofern aber <u>falsch</u>, als damit auch die grundlegenden inhaltlichen Annahmen gemeint sein sollten. Da für den Soziologen die inhaltlichen und nicht die formalen Annahmen von Bedeutung sind, heisst das auch, dass die erwähnte These, insofern sie sich auf sachlich relevante Aspekte bezieht (die grundlegenden Annahmen), falsch ist, nicht aber, dass die These, insofern sie richtig ist, als inhaltlich irrelevant zu bezeichnen ist. Dies deshalb, weil der bereits mehrmals erwähnte Zusammenhang zwischen Inhalt und Form dazu führt, dass formal gesetzte Annahmen ihren inhaltlichen Niederschlag finden. <u>Diese</u> inhaltlichen Annahmen werden allerdings nicht bewusst gesetzt, sondern stellen ein blosses <u>Derivat</u> der formalen Annahmen dar und werden im ungünstigsten Falle überhaupt nicht reflektiert. Das sollte mit unserem Beispiel exemplarisch aufgezeigt werden.

Damit behaupten wir selbstverständlich nicht, eine Formalisierung müsse die explizite Klärung der inhaltlichen Annahmen a priori verhindern, sondern lediglich, dass eine Formalisierung diese nicht notwendigerweise herbeiführt. Diese Formulierung stellt allerdings eine Verharmlosung dar, können doch drei signifikante Tendenzen angeführt werden, welche im Zusammenhang mit der Formalisierung soziologischer Aussagen auftreten, und welche die Chancen einer adäquaten Artikulierung der inhaltlichen Annahmen tatsächlich in einem wenig günstigen Lichte erscheinen lassen. Wir meinen damit die Tendenz zur nachträglichen inhaltlichen Interpretation formaler Annahmen, jene zur Formulierung von Annahmen auf der Ebene gesellschaftlicher Epiphänomene und jene zur Setzung von sachlich nicht begründeten Annahmen.

Wie nachträglich grundlegende inhaltliche Annahmen in eine Formalisierung hinein interpretiert werden, illustrieren wir anhand der "Theorie der Spiele" von NEUMANN und MORGENSTERN (1961): Bei den sogenannten n-Personen-Spielen besteht die Lösung im allgemeinen nicht mehr aus einer einzigen, sondern aus mehreren Verteilungen. Die Existenz einer Mehrzahl von Lösungen kann nun nicht mehr unmittelbar inhaltlich gedeutet werden. Trotzdem muss dafür eine inhaltliche Interpretation gefunden werden, wenn die "Theorie der Spiele" im allgemeinen Fall der n-Personen-Spiele nicht als unanwendbar betrachtet werden soll. Deshalb geben NEUMANN und MORGENSTERN "unter anderem folgende anschauliche Interpretation für diesen Lösungsbegriff, nämlich als eines akzeptierten Benehmensstandards oder einer Gesellschaftsordnung. Ein solcher Benehmensstandard besteht aus einer Menge L von Verhaltensweisen (hier: Verteilungen) und schliesst alle Verhaltensweisen ausserhalb L als 'unethisch', 'unerlaubt' und dergleichen aus, so dass diese Verhaltensweisen ausserhalb L nicht angenommen werden dürfen, selbst wenn sie Verhaltensweisen aus L dominieren." Aus den formalen Definitionen leitet sich her, "dass der Benehmensstandard frei von inneren Widersprüchen ist", und dass er "jedes nichtkonfomistische Verhalten, d.h. jede Verteilung ausserhalb L, zu diskreditieren" vermag. "Dies ist nötig, um den

Glauben der Teilnehmer an den Benehmensstandard aufrechtzuerhalten. Auf diese Weise besitzt ein solcher Benehmensstandard, wenn er erst einmal generell angenommen worden ist, eine gewisse Art von Stabilität." (BURGER 1966, S.141).

Unsere Kritik richtet sich hier nicht gegen den Sachverhalt, dass diese Annahmen recht undifferenziert und deshalb kaum realitätsgerecht sind. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang bloss, dass es sich dabei um grundlegende Annahmen über die Gesellschaft handelt, welche für die Anwendung der "Theorie der Spiele" vorausgesetzt werden, und dass diese Annahmen inhaltlich erst ex post eingeführt werden. Freilich gesteht BURGER (1966, S.5) freimütig, "dass ihm bei diesen intuitiven Diskussionen niemals ganz geheuer ist", weshalb bei ihm "die Diskussion so rasch wie möglich auf das mathematische Gleis geschoben wird". Ein derartiger Rückzug auf die Mathematik ist dem Mathematiker BURGER zweifellos möglich, nicht aber dem Sozialwissenschaftler, für den die "Theorie der Spiele" nur unter dem Gesichtspunkt ihrer Anwendung auf die soziale Realität von Bedeutung sein kann.

Die erwähnte Tendenz, dass die explizit angeführten inhaltlichen Annahmen sich auf der Ebene gesellschaftlicher Epiphänomene bewegen, ergibt sich allgemein daraus, dass bei den Formalisierungsversuchen durch den Zwang der mathematischen Formulierung und den Operationalisierungsdruck von allzu engen Begriffsbestimmungen ausgegangen wird, und die Formalisierungen auf allzu enge Problemkreise angesetzt werden. Dadurch wird die Frage nach den grundlegenden dahinterliegenden Annahmen überspielt. Das führt dann häufig dazu, dass der status quo unreflektiert als nicht explifizierte Annahme in die Formalisierung eingeht, und das heisst auch, dass die Frage nach der zeit-räumlichen Unabhängigkeit der Formalisierung nicht gestellt wird. Ein illustres Beispiel stellen die Formalisierungen des Prozesses des Wettrüstens durch RICHARDSON (1960) dar, welche beispielsweise von BLALOCK (1969, S.127-132) und von THIEL (1967, S.436-481) referiert werden.

Indem RICHARDSON (verkürzt ausgedrückt) lediglich mit Indizes für das Kriegspotential arbeitet, welche als Kennziffern der Bedrohung aufzufassen sind, beschreibt er bloss Epiphänomene des Wett-

rüstens und vermag nicht "zu den gesellschaftlichen Ursachen des Wettrüstens" (THIEL 1967, S.440) vorzudringen. Die hinter diesen Phänomen liegenden Annahmen betreffend der politischen und ökonomischen Struktur der in das Wettrüsten einbezogenen Staaten werden nicht analysiert, so dass geradezu der Eindruck entstehen könnte, beim Wettrüsten handle es sich um ein Phänomen, welches durch eine blosse Aenderung der Attitüden der einzelnen Staaten zu lösen sei (ähnliche Beispiele finden sich auch in anderen wissenschaftlichen Disziplinen; vgl. etwa HIRSCH (1970, S.71-76), der einer Gruppe modellanalytischer Wachstumsmodelle zum Vorwurf macht, den "technischen Fortschritt" als autonom angenommene grundlegende Variable zu verwenden, ohne sie auf ihre ökonomischen Bestimmungsfaktoren zurückzuführen).

Schliesslich ist auf die Kritik von MAYNTZ (1967, S.28) zu verweisen, welche betont, dass "die Modellkonstruktion immer wieder dazu zwingt, auch dort präzise Annahmen zu formulieren, wo wir tatsächlich über die relevanten Zusammenhänge nichts wissen ..." Die Gefahr, dass formale Sachzwänge zur Setzung und auch zur Präzisierung inhaltlich nicht begründbarer oder inhaltlich jedenfalls nicht begründeter Annahmen führen kann, ist besonders dann gross, wenn von einem vorhandenen mathematischen Instrumentarium ausgegangen wird (Formalisierungen I und III), und wenn umfassende und quantitative Formalisierungen ausgeführt werden. Die auf Nichtwissen aufgebauten komplexen Formalisierungen können sich dann soweit von der Realität entfernen, dass der Zweck ihrer Formulierung kaum mehr eingesehen werden kann.

Diese Kritik richtet SOROKIN (1966, S.104) beispielsweise an die Adresse von NEUMANN und MORGENSTERN (1961), welche ihre "Theorie der Spiele" auf den folgenden Annahmen aufbauen: "Utility is a linear quantity; there is a transitivity of preference among the utilities; means are scarce and transferable; individuals are rational; individuals have an equal access to information; individuals conform to certain accepted standards of conduct; individuals plan carefully a rational strategy of their actions, and so on." Sind diese Annahmen nicht gegeben, was im allgemeinen anzunehmen ist, kann die an sich so eindrucksvolle "Theorie der Spiele" nicht angewendet werden.

Nicht immer sind die inhaltlichen Annahmen der Formalisierung (wie wir weiter oben gesehen haben) so leicht einzusehen wie in der "Theorie der Spiele", und nicht immer ist es deshalb so leicht auszumachen, ob eine bestimmte Formalisierung anwendbar ist oder nicht. Unsere Kritik trifft natürlich jene Formalisierungen nicht, wo dieses konkretisierte Nichtwissen nicht den Stellenwert einer nicht zu überprüfenden Annahme der Formalisierung besitzt, auf welcher weitere theoretische Aussagen aufgebaut sind (also den Stellenwert einer Prämisse, eines Axioms), sondern jenen einer Formalisierungshypothese, welche es im folgenden erst zu überprüfen gilt.

Fassen wir abschliessend zusammen: Von einer durch den Prozess der Formalisierung induzierten Notwendigkeit zur expliziten und bewussten Formulierung der inhaltlichen Annahmen der formalisierten Aussagen kann nicht die Rede sein. Vielmehr kann die schon an anderer Stelle beschriebene Konzentration auf formale Probleme dazu führen, dass auch inbezug auf die ausdrückliche Formulierung der inhaltlichen Annahmen Disfunktionen auftreten, welche häufig durch die mathematische Formulierung verschleiert und dadurch der kritischen Reflexion entzogen werden.

ZUR PROBLEMATIK DER VEREINFACHUNGEN:

In diesem Abschnitt haben wir zwei Funktionen einer mathematischen Formulierung soziologischer Aussagen zu besprechen, welche sich von einer durchaus konträren Beurteilung des Tatbestandes herleiten: Zum einen ordnen die mathematischen Soziologen der Mathematik häufig die Eigenschaft zu, komplexe Tatbestände besser erfassen zu können als verbale Formulierungen. Zum anderen wird auch von der Funktion der mathematischen Ausdrucksweise gesprochen, die komplexe gesellschaftliche Realität zu vereinfachen, und durch diese Reduktion erst wissenschaftlich zugänglich zu machen.

An diese beiden konträren Funktionen müssen sich jedoch nicht notwendigerweise positive Urteile anschliessen. So kann die Erfassbarkeit komplexer Tatbestände mit Hilfe von mathematischen Formulierungen mit dem Hinweis kritisiert werden, dass derartige hochkomplexe Sachverhalte für den Wissenschaftler selbst nicht mehr einsichtig und deshalb beurteilbar und kritisierbar sein können. Auf der anderen Seite wird auf die Gefahr hingewiesen, dass die Vereinfachungsfunktion leicht zu unzulässigen Simplifizierungen führen kann. Nicht nur die Tatbestände werden somit konträr beurteilt, sondern auch deren Konsequenzen.

Wir werden die Diskussion in diesem Abschnitt in der Weise strukturieren, dass wir zunächst versuchen, den konträr beurteilten Tatbestand abzuklären. Erst dann werden wir uns fragen, wie diese Sachverhalte zu bewerten sind, ob ihnen der Charakter einer Funktion oder jener einer Disfunktion zukommt.

Für ALBERT (1967, S.42) offenbart sich in der Vorstellung, soziale Sachverhalte seien dank ihrer Komplexität einer mathematischen Behandlung unzugänglich "ein grundlegendes Missverständnis über die Verwendbarkeit der Mathematik. Mathematische Darstellungsformen sind nämlich hervorragend dazu geeignet, komplizierte Sachverhalte übersichtlich zu beschreiben, Sachverhalte, deren verbale Beschreibung gerade auf Grund ihrer Komplexität unübersichtlich oder sogar unmöglich wäre. Man kann geradezu sagen, dass man sich umso mehr mathematischer Ausdrücke und Aussagen bedienen muss,

je komplizierter die Verhältnisse sind, die man beschreiben oder erklären will." Aehnliche Ueberlegungen werden auch von KLAUS und BUHR (1972, Band 3, S.1035) und von THIEL (1967, S.VIII) entwikkelt, letzterer führt aus: "Zur Darstellung des Komplizierten und des Dynamischen bietet die Mathematik tatsächlich bessere Ausdrucksmittel als die Umgangssprache...Gesellschaftswissenschaft ist aber Analyse und Prognose komplizierter sowie dynamischer Erscheinungen. Der Gebrauch mathematischer Ausdrucksmittel ist daher ihre Konsequenz." Noch einen Schritt weiter geht BUNGE (1967 B, S.474-475), der behauptet, dass gewisse hochkomplexe Sachverhalte nicht nur mit Hilfe von mathematischen Formulierungen besser ausgedrückt werden können, sondern sogar ausschliesslich mathematisch formulierbar seien.

Die Gegenposition wird etwa von KAPLAN (1964, S.273-274) eingenommen, für welchen die Notwendigkeit von Vereinfachungen bei der Verwendung eines mathematischen Instrumentes ein typisches Merkmal darstellt, oder von BLALOCK (o.J., S.5), der nüchtern feststellt: "Thus as one move from vaguely formulated verbal theories to mathematical models, he will find it necessary to make many assumptions and simplifications that both restrict the applicability of the model and make it less realistic." Während sich dieser Sachverhalt bei BLALOCK in erster Linie vom Erfordernis einer exakten empirischen Ueberprüfbarkeit der formalisierten Aussage herleitet, basiert er nach ARROW (1968, S.637) und SHUBIK (1965, S.13 und 1967, S.239) auf der spezifischen Armut der mathematischen Sprache. SHUBIK (1965, S.13) schreibt im einzelnen: "Manchmal wird von Parteigängern der 'verbalen Disziplin' behauptet, dass die mathematischen Modelle, die einige ihrer Kollegen aufstellen, zu steril und zu eng sind, und dass die übervereinfachte Darstellung der Phänomene häufig die Feinheiten und sogar essentielle Züge des betreffenden Sachgebietes zerstört ... Die offensichtliche Genauigkeit und die grössere analytische Kraft des mathematischen Modells wird oft mit einer Einengung des Blickwinkels erkauft. Bei der Formulierung von Modellen gehen häufig Nuancen verloren. Die Sprache der Mathematik ist im allgemeinen arm an Adjektiven, und inhaltsreiche Einschränkungen können gewöhnlich nicht mit der Leichtigkeit und der Eleganz eines Historikers oder eines verbalen Soziologen formuliert werden."

Bei ATTESLANDER (1971, S.177 und S.187) finden wir schliesslich beide widersprüchlichen Positionen in einem Bande vereint.

Wir haben für die Darstellung dieser Kontroversen die Aussagen relativ vieler Autoren angeführt, weil sich daraus unseres Erachtens Typisches herauslesen lässt. Es dürfte nämlich kein Zufall sein, dass es sich bei jenen Autoren, welche eine wichtige Funktion der Formalisierung soziologischer Aussagen darin sehen, dass Tatbestände höchster Komplexität überhaupt oder besser formuliert werden können, um "Theoretiker" (ALBERT, BUNGE, KLAUS und BUHR) handelt, bei jenen, welche die entgegengesetzte Position vertreten (ARROW, BLALOCK, SHUBIK) dagegen um handfeste "Praktiker". THIEL und KAPLAN fallen als "pragmatische Theoretiker", als Theoretiker also, welche sich unter anderem direkt an den durchgeführten Formalisierungsversuchen orientieren, etwas aus dieser Gruppierung.

Die "Theoretiker" scheinen ihre Aussagen in erster Linie an der Komplexität der Mathematik an sich, an der Vielfalt ihrer Aussagemöglichkeiten, an ihrer Knappheit und vielleicht auch an der Potentialität der Mathematik zu orientieren, während die "Praktiker" in ihrer täglichen Arbeit mit Formalisierungen immer wieder die Erfahrung gemacht haben, dass die allenfalls an sich durchaus komplexen Instrumente die ebenfalls (aber anders) komplexe gesellschaftliche Wirklichkeit nicht einzufangen vermögen, dass sie gezwungen werden, auch dort zu vereinfachen, wo sie es als Soziologen eigentlich nicht mehr verantworten können. Die Gliederung der Autoren in die Gruppe der "Theoretiker" und jene der "Praktiker" liefert uns nicht nur eine Ursache für die unterschiedliche Beurteilung des Tatbestandes, sondern auch den Hinweis, dass beide Tatbestandsaufnahmen einseitig sind.

Darauf haben wir im Grunde genommen bereits in unserem Abschnitt über die "deskriptive Funktion der Mathematik" hingewiesen, wo wir festgehalten haben, dass von der Komplexität mathematischer Aussageformen nicht darauf geschlossen werden darf, diese seien besonders gut geeignet, auch soziologisch komplexe Aussagen zu erfassen. So wie die deutsche Sprache gewisse Sachverhalte besser als die engliche auszudrücken vermag und umgekehrt, verhält es

sich auch inbezug auf das Verhältnis der verbalen Sprache insgesamt zur mathematischen Sprache. Deshalb ist es nicht richtig, wenn undifferenziert und allgemein von der besonderen Fähigkeit der Mathematik zur Formulierung komplexer Tatbestände oder von der Notwendigkeit zur Vereinfachung gesprochen wird. Allgemein wird man kaum mehr sagen können als SCHWARTZ (1962, S.357-358), der noch etwas zu konkretisieren versucht, in welcher Weise die mathematische Formulierung komplexe Tatbestände erfassen kann, und in welchem Zusammenhang tatsächlich von einem Zwang zur Vereinfaschung gesprochen werden darf: "Mathematics is able to deal only with the simplest of situations, more precisely, with a complex situation only to the extent that rare good fortune makes this complex situation hinge upon a few dominant simple factors. Beyond the well-traversed path, mathematics loses its bearings in a jungle of unnamed functions and impenetrable combinatorial particularities. Thus, the mathematical technique can only reach far if it starts from a point close to the simple essentials of a problem which has simple essentials. That form of wisdom which is the opposite of single-mindness, the ability to keep many threads in hand, to draw for an argument from many disparate sources, is quite foreign to mathematics."

Mit diesen Hinweisen, dass dem hier zur Diskussion stehenden kontroversen Tatbestand weder die Sichtweise der "Theoretiker" noch jene der "Praktiker" entspricht, dürfen unsere Ueberlegungen jedoch nicht abgeschlossen werden. Es gilt vielmehr noch zu überlegen, welche Konsequenzen die durch die Formalisierung häufig implizierte Strategie des Vereinfachens mit sich bringt, und wie diese Konsequenzen (und damit auch der hier zur Diskussion stehende Vereinfachungszwang) zu bewerten sind.

Bei BLALOCKS finden sich in zwei verschiedenen Arbeiten zwei Gründe dafür, dass im Zusammenhang mit Formalisierungsversuchen vorgenommene Vereinfachungen ihren Sinn besitzen: Zum einen vertritt er die bereits im vorangehenden Kapitel besprochene Meinung, dass die Konstruktion einfachster Formalisierungen als eine notwendige Vorstufe für den Entwurf komplexerer und empirisch adäquaterer

Formalisierungen anzusehen ist (BLALOCK 1969, S.75), und zum anderen wehrt er sich entschieden gegen das Zögern der Soziologen, die Wirklichkeit übersimplifiziert darzustellen, da nur dadurch die Ueberprüfbarkeit der Aussagen gewährleistet werde (BLALOCK o.J., S.2).

Diese beiden Argumentationen sind widersprüchlich, kann doch eine Simplifizierung nicht als Vorstufe für komplexere und empirisch adäquatere Formalisierungen angesehen werden, wenn die empirische Ueberprüfbarkeit der Aussagen eine Simplifizierung voraussetzt. Doch lassen wir diese Widersprüchlichkeit einmal ausser Betracht, und analysieren wir die beiden Argumente getrennt. Wohl könnte man mit BLALOCK und auch McPHEE (1963, S.7) Uebervereinfachungen dann als sinnvoll ansehen, wenn diese mit dem Ziel kombiniert werden, komplexere Sachverhalte zu bewältigen. Leider ist es in der Praxis dann häufig nicht mehr möglich, vorgängig durchgeführte Simplifizierungen in einem zweiten Schritt wieder aufzuheben, und wo dies grundsätzlich noch möglich wäre, wird häufig aus Gründen des Arbeitsaufwandes gleichwohl darauf verzichtet. Aus der zweiten Argumentation von BLALOCK geht hervor, dass er empirisch weniger adäquate aber besser überprüfbare Aussagen empirisch möglicherweise adäquateren aber weniger gut überprüfbaren Aussagen vorzieht. Selbst wenn das Dilemma, vor welches BLALOCK sich gestellt sieht, in dieser Apriorität ein echtes und allgemeines wäre, wird man seiner Strategie wohl kaum generell zustimmen können, denn die Konsequenzen seiner dezidierten Stellungnahme sind eindeutig: Die Verbannung des nicht exakt empirisch Belegbaren aus der soziologischen Theorie, welche durch das Erfordernis einer präzisen empirischen Ueberprüfbarkeit kastriert wird. Auch abgesehen von dieser Konsequenz ist kaum unmittelbar einzusehen, dass die bessere Ueberprüfbarkeit den Preis einer von vielen Autoren beklagten Wirklichkeitsferne (z.B. MAYNTZ 1967, S.27-28, KAPLAN 1964, S.280, SOROKIN 1966, S.104) auch wirklich und immer wert ist.

Mit dieser Kritik an den Argumentationen von BLALOCK haben wir die Strategie des Vereinfachens jedoch nicht grundsätzlich verurteilt. Falls wir nämlich nicht davon ausgehen, die Soziologie

habe ein "Abbild" der Wirklichkeit zu reproduzieren (KAPLAN 1964, S.280), falls wir auch nicht die von BUEHL (1969, S.176) in einem anderen Zusammenhang erwähnte "Simplizitätsannahme" setzen, "dass es 'letzte' und 'wahre' Gesetze des gesellschaftlichen Lebens gebe, und dass diese Gesetze in ihrer logischen Struktur 'einfach' seien", bleibt die Frage, wie die Soziologie die Komplexität ihres Gegenstandes zu behandeln habe (vgl. dazu auch ADORNO 1969, S.51, NIPPERT 1972, S.45-51, POPPER 1968, S.136-145).

Mit FREY (1967, S.139) ist davon auszugehen, dass allen Denk- und Erkenntnisprozessen eine Vereinfachung zugrunde liegt, welche "bereits in der Zuwendung unserer Aufmerksamkeit begründet ist". "In der Vereinfachung liegt eines der wichtigsten Erkenntnis- und Erklärungsprinzipien. Nur indem wir die Fülle des uns in der Erfahrung Entgegentretenden vereinfachen, können wir darin überhaupt eine Ordnung erkennen" (FREY 1967, S.137). Dann gibt es aber, wie BARTHOLOMEW (1970, S.22) ausgeführt hat, zur Vereinfachung keine Alternative, da die Grenzen wissenschaftlichen Arbeitens durch "die Fähigkeit des menschlichen Verstandes, eine komplexe Situation zu begreifen", grundsätzlich gesetzt sind. Die Frage, ob die Strategie der Vereinfachungen als positiv zu beurteilen sei, reduziert sich somit auf jene, ob Vereinfachungen im Zusammenhang mit Formalisierungen als funktional zu betrachten sind.

Bei BLALOCK haben wir gesehen, dass die Notwendigkeit zur Vereinfachung sich aus methodischen und nicht aus inhaltlich soziologischen Sachzwängen herleitet. Wir erinnern uns etwa an das Postulat BLALOCKS, dass nur eine relativ kleine Zahl von Variablen zu berücksichtigen sei. Diese Forderung stellt sich völlig unabhängig vom konkret vorliegenden Problem und kann deshalb im einen Fall durchaus in Richtung auf eine inhaltlich angemessene Problemformulierung, im anderen dagegen entgegengesetzt sich auswirken. Es genügt zweifellos nicht, dass man sich gegen die Gefahren der Vereinfachung lediglich dadurch zu schützen versucht, "indem man genau angibt, was man berücksichtigen will, wem sich die Aufmerksamkeit zuwendet. Man sollte soweit als möglich auch angeben, wovon man absieht, was man ausser acht lässt, obwohl jenes letztere nie vollständig möglich sein kann ..." (FREY 1967, S.139-140). Denn allzu

leicht dient diese an sich wertvolle heuristische Regel als Freipass für inhaltlich-soziologisch informationsleere Formalisierungen. Wenn auch jede wissenschaftliche Tätigkeit überhaupt "ein Eingreifen in die Welt" voraussetzt (FREY 1967, S.137), dann müssen wir fordern, dass sich dieses Eingreifen nicht von methodischen Sachzwängen leiten lässt, nicht ein "mechanisches Weglassen" (THIEL 1967, S.67) beinhalten soll, sondern soziologisch-inhaltliche Ueberlegungen zur Basis zu nehmen hat.

Da sich das Eingreifen des Wissenschaftlers unter anderem den Begrenzungen, welche ihm die sprachlichen Ausdrucksmittel auferlegen (handle es sich dabei um die verbale Sprache oder um die Mathematik), nicht entziehen kann, muss vom mathematischen Soziologen verlangt werden, dass er die Funktion der mathematischen Sprache inbezug auf sein materielles Problem in der Weise eingehend reflektiert, wie dies der "verbale Soziologe" inbezug auf die verbale Sprache machen müsste. Ansonsten kann der Folgerung LUETHIS (1969, S.981 und S.976) kaum widersprochen werden, dass die mathematische Gesellschaftswissenschaft durch die "Zerlegung des Komplexen in das Einfachste" und die Simplifizierung "keineswegs widerspruchsfreie(r) Realitäten" den Boden unter den Füssen verliere.

Es mag aufgefallen sein, dass unsere Ausführungen in diesem Abschnitt entgegen den bisherigen Gepflogenheiten nicht durch konkrete Formalisierungen illustriert worden sind. Das hängt damit zusammen, dass die grundlegende Kontroverse (Erfassung hochkomplexer Tatbestände vs. Notwendigkeit von Vereinfachungen) nicht am Beispiel entschieden werden kann. Am Beispiel kann lediglich zu zeigen versucht werden, welche der vielen grundsätzlich möglichen Wege die Praxis der Formalisierung inbezug auf die Vereinfachungsproblematik tatsächlich beschreitet. Zum Zwecke dieser Illustration könnten einige an anderer Stelle bereits aufgeführte Beispiele erneut aufgenommen werden.

Es scheint uns jedoch zweckmässiger, drei neue und in diesem Zusammenhang besonders eindrückliche Beispiele kurz zu skizzieren und zu erläutern. Im ersten Falle handelt es sich um eine Forma-

lisierung einer verbal ausformulierten soziologischen Theorie, in den beiden anderen um eigentliche Neuschöpfungen, welche sich dadurch unterscheiden, dass die Vereinfachungsproblematik in verschiedenen Phasen der Formalisierung auftritt.

OPP (1970 B, S.251-260) versucht an einem Demonstrationsbeispiel die Schwierigkeiten aufzuzeigen, welche sich im Verlaufe der Formalisierung und Axiomatisierung einer sozialwissenschaftlichen Theorie ergeben. Als Beispiel wählt er FESTINGERS (1956) "Theorie der kognitiven Dissonanz", als Form die formale Logik. Aus der verbalen Theorie wird (wie sich OPP zeigt) durchaus nicht klar, welche Sätze überhaupt zur Theorie gehören, und speziell, welches die Axiome und welches die Ableitungen der Theorie sein sollen. OPP (1970 B, S.253) geht deshalb notgedrungen von der autonom gesetzten Annahme aus, dass angenommen werden kann, die komplexe Theorie basiere auf drei Axiomen. Im Verlaufe der Formalisierung werden verschiedene Vereinfachungen vorgenommen: Die formale Theorie wird nur für einen beschränkten Anwendungsbereich (für zwei "kognitive Elemente") konzipiert, für die Formalisierung der drei Axiome werden begriffliche Unklarheiten in der Weise beseitigt, dass die Begriffe auf eine eindeutige Art spezifiziert (und das heisst hier auch: simplifiziert) werden. In einem konkreten Fall vor die Entscheidung gestellt, ob eine präzisere Schreibweise einer weniger präzisen aber dafür übersichtlicheren vorgezogen werden soll, entscheidet sich OPP für die Uebersichtlichkeit. Als Ergebnis der Rekonstruktions- und Formalisierungsversuche von OPP liegt schliesslich eine Formalisierung der ursprünglich verbal formulierten Theorie vor, die in der Tat dank ihrer formalen Formulierung den Vorteil besitzt, sich durch einen bestimmbaren Informationsgehalt auszuweisen, die aber gleichzeitig eine in ihrem Ausmass nicht genau zu bestimmende Vereinfachung der verbalen Aussagen FESTINGERS darstellt. "Gewinn an Eindeutigkeit durch Verlust an Komplexität" lautet auf eine einfache Formel gebracht das Ergebnis dieses Formalisierungsversuches.

Doch selbst die gewonnene Eindeutigkeit stellt, wie OPP deutlich betont, keineswegs eine notwendige Folge des Formalisierungsprozesses dar, wäre es doch "auch leicht möglich gewesen, einige Un-

klarheiten der Axiome durch die Formalisierung zu verschleiern. 'Spielt' man erst einmal mit Zeichen, kann man leicht Unklarheiten der Begriffe vergessen, da man ja bei der Ableitung die Bedeutung der Zeichen ausser acht lässt" (OPP 1970 B, S.259).

Bei der "Formalen Theorie der sozialen Macht" von FRENCH (1956, S.181-194) handelt es sich nun nicht um eine Uebersetzung einer verbal ausformulierten soziologischen Theorie, sondern um eine Neuschöpfung, welche sich selbstverständlich auf soziologisches Basiswissen abstützt. FRENCH (1956, S.181) selbst unterschätzt die Gefahr einer Simplifizierung keineswegs: "For reason of mathematical convenience one tends to make simple assumptions which so restrict the theory that it may seem unrealistic compared to the complexity observed in social behavior." Deshalb verwendet FRENCH für seine Theorie auch die mathematische Theorie der Graphen, welche nicht voraussetzt, dass quantifizierte Variablen vorliegen müssen.

Ungeachtet dieses bewusst sorgfältigen Vorgehens muss FRENCH (1956, S.182) weiter unten dann doch zugeben, dass er gezwungen war, den Prozess der sozialen Beeinflussung übersimplifiziert zu erfassen, und er schliesst seine Ausführungen mit den folgenden Sätzen: "This theory illustrates a way by which many complex phenomena about groups can be deduced from a few simple postulates about interpersonal relations. By the application of digraph theory we are able to treat in detail the patterns of relations whose importance has long been noted by the field theorists. Even if this treatment does not turn out to be empirically correct, it illustrates the need for some such conceptual and mathematical tools if we are to make progress toward the theoretical integration of psychology and sociology" (FRENCH 1956, S.193).

Diese Passage zeigt deutlich den tatsächlichen Wert der Formalisierung von FRENCH, gleichzeitig aber auch ihre Problematik. Es ist zunächst zweifellos ein interessantes Ergebnis, dass FRENCH komplexe Verhaltensweisen auf einige wenige einfache Axiome zurückführen konnte (und nicht nur die komplexen Verhaltensweisen beschreibt). Dieser Erfolg wird jedoch dadurch wesentlich relati-

viert, dass FRENCH die empirische Adäquanz seiner Theorie (und das kann aufgrund der von FRENCH selbst erwähnten Simplifizierungen hinreichend begründet werden) offenbar bezweifelt. Indem er dann seinen Formalisierungsversuch durch einen Schwenker auf das Niveau einer blossen Illustration herabspielt, wird die Frage nach der empirischen Adäquanz seiner Theorie in den Hintergrund gedrängt, und damit auch die Frage nach der Haltbarkeit der von ihm eingeführten Vereinfachungen aus der Diskussion gezogen.

Der von BESHERS und REITER (1963) entwickelte Versuch einer Formalisierung des Mobilitätsprozesses stellt die Komplexität der gesellschaftlichen Wirklichkeit prinzipiell weitgehend in Rechnung, schneidet in dieser Beziehung im Vergleich mit entsprechenden verbal formulierten Theorien also durchaus günstig ab. Dies erreichen die Autoren dadurch, dass nicht von einer simplen und sogar dichotomischen Einkommens-, Berufsprestige- oder Bildungsschichtung der Gesellschaft ausgegangen wird, sondern von einem vieldimensionalen Schichtungsmodell, in welchem jedes Individuum durch eine grundsätzlich beliebig komplexe Menge von Statussymbolen und Aktionen bezüglich der Statusdimensionen (welche durch die gesellschaftlichen Sanktionen vorgegeben sind) ausgezeichnet wird. Durch den Einsatz der Mengenlehre und der Theorie der Markovketten gelingt es BESHERS und REITER in der Tat, diesen so hochkomplexen Tatbestand knapp zu formulieren. Sobald die Autoren jedoch die generelle Theorie verlassen und sich einem konkreten Beispiel zuwenden (das, wie sie selbstverständlich betonen, lediglich der Illustration dienen soll), wird aus der zunächst beeindruckenden Gesellschaftsbeschreibung eine phantasiearme Karikatur. Dies ergibt sich dadurch, dass noch und noch Simplifikationen eingeführt, und Informationen, über welche eigentlich nicht verfügt wird, à tout prix spezifiziert werden müssen. Erneut erhält man den Eindruck, sich mit einer methodisch-szientistischen Spielerei abgegeben zu haben, einmal mehr dient die Empirie zur blossen Illustration einer Formalisierung, anstatt dass die Formalisierung zur Erklärung der empirischen Wirklichkeit herangezogen worden wäre. Wiederum wird einsichtig, dass der Formalisierungsprozess letzten Endes doch zu einer nicht begründbaren Simplifizierung führte.

Die drei angeführten Beispiele haben gezeigt, wie stark der in verschiedenen Phasen der Formalisierung mögliche Druck zur Vereinfachung werden kann, und wie gross jeweilen die Gefahr ist, dass die methodische Brillanz einen deklamatorischen Sieg über die inhaltliche Armut davon trägt. Besonders bedeutsam sind diese Beispiele auch deshalb, weil alle Autoren bewusst versucht haben, die im Zusammenhang mit einer Formalisierung auftretende Vereinfachungsproblematik sorgfältig anzugehen.

Wir schliessen diesen Abschnitt mit der Rekapitulation der Feststellung, dass die angeführten Beispiele die im ersten Abschnitt dieses Kapitels festgehaltene Aussage natürlich nicht zu widerlegen vermögen, das mathematische Instrumentarium sei zur Erfassung bestimmter hochkomplexer Tatbestände häufig weit besser geeignet als die verbale Sprache. Ebenso gilt aber die kritische Relativierung dieser Aussage durch die Einsicht, dass die Komplexität der Mathematik nicht jener der gesellschaftlichen Wirklichkeit entsprechen muss, und deshalb inhaltlich nicht begründbare Vereinfachungen erzwungen werden können. Die Beispiele haben illustriert, dass die Formalisierungspraxis diese Bedenken keineswegs als unrealistisch zu widerlegen vermag.

ZUM ERFORDERNIS EINER QUANTIFIZIERUNG:

Bereits in unserem einleitenden Kapitel haben wir festgestellt, dass sich in den Sozialwissenschaften noch immer die Meinung halten konnte, die Mathematik sei unwiderruflich dem quantitativen Denken verpflichtet (z.B. ATTESLANDER 1971, S.191, ETZIONI 1956, RAPOPORT 1958). Diese Zuordnung dient häufig als Grundlage für die Begründung des Vorranges einer mathematisierten Soziologie, indem die vermeintlichen oder tatsächlichen Konsequenzen einer quantitativen Betrachtungsweise auf die mathematisierte Soziologie schlechthin übertragen werden.

Tatsächlich hat sich die Verwendung der Mathematik in der Soziologie, dem Vorbilde der Naturwissenschaften des 16. und 19. Jahrhunderts folgend (NEURATH 1966, S.1), in den letzten Jahrzehnten fast ausschliesslich im Banne des quantitativen Denkens bewegt (LEVI-STRAUSS 1967, S.180), wodurch "Zahl" geradezu einen wissenschaftlichen Eigenwert zugesprochen erhielt. Dabei ist häufig überhaupt nicht zur Kenntnis genommen worden, dass diese Entwicklung nicht nur in der Psychologie, sondern sogar in der Physik bereits auf ernsthafte Kritik gestossen ist (CLARK 1962, S.612).

Die Tatsache, dass eine quantitative Behandlung soziologischer Phänomene deren Standardisierung ermöglicht (KAPLAN 1964, S.210) und dadurch ihre Vergleichbarkeit verbessert (AGANBEGJAN und SHUBKIN 1970, S.33-34), dass dem Soziologen ein ausgebautes quantitatives Instrumentarium bereits zur Verfügung steht, das präzise Deduktionen erlaubt (COLEMAN 1964, S.56, KEMENY 1961, S.43), scheint in den Augen einiger Soziologen zu genügen, um den Vorrang oder jedenfalls die grosse Bedeutung des quantitativen Argumentierens endgültig klar zu stellen. Diese Haltung bildet sich beispielsweise konsequent ab im ersten Satz des Vorwortes von TUFTE (1970) zu einer Arbeit über die quantitative Analyse sozialer Probleme: "If you want to understand and solve social problems, a good first step toward these goals is to master the quantitative ideas in this collection of papers." Derartige Einsichten scheinen ein heute alle kulturellen Grenzen sprengendes Gemeingut darzustellen (vgl. z.B. auch MAO TSE-TUNG 1968, S.132).

Diese Meinungen haben selbstverständlich auch ihre Kritiker gefunden. Da auch die Kritiker oft davon ausgehen, dass eine Mathematisierung auch eine Quantifizierung impliziere, entsprechen die Einwände gegen eine Quantifizierung der Soziologie nicht selten jenen gegen eine Mathematisierung schlechthin. Das eigentliche Hauptargument der Kritiker bildet die Unangemessenheit quantitativer Methoden inbezug auf die von der Soziologie zu erfassenden Phänomene: Das durch den Fleischwolf quantitativer Methoden gepresste Erkenntnisobjekt werde dadurch einem Verstümmelungsprozess unterworfen (vgl. dazu AGANBEGJAN und SHUBKIN 1970, S.33-34) und erweise sich als nicht mehr identisch mit dem, was es zu sein vorgibt. "If you can measure it, that ain't it!" heisst es bei KAPLAN (1964, S.206).

Für die gnadenlose Vergewaltigung des Gemeinten durch den objektunabhängigen Apparat quantitativer Instrumente können von den Kritikern eine grosse Anzahl von Belegen angeführt werden. Als besonders eindrückliches Beispiel erwähnen wir hier bloss das auf der Kommunikationstheorie SHANNONS (1949) basierende Konzept der statistischen Freiheit, durch welches der Begriff der Freiheit auf die keinen Einschränkungen unterliegende Wahlmöglichkeit von Alternativen reduziert wird (GABOR und GABOR 1954 sowie GABOR 1955).

Wenn ADORNO (1969, S.92) auch betont, dass die Entqualifizierung der Soziologie eine typische Konsequenz unserer individualistisch sich gebärdenden Gesellschaft darstelle, in der sich das Allgemeine zum Herrscher über das Individuum aufgeschwungen habe, so wird doch die auch von ADORNO (1969, S.53) kritisierte "geisteswissenschaftliche Ideologie, die höhere Würde des Menschen dulde keine Quantifizierung" kaum mehr vertreten. Diese "geisteswissenschaftliche Ideologie"basiert auf der bis ins 19. Jahrhundert unbestrittenen Gleichsetzung von Qualität mit "Stoff" (THIEL 1967, S.240) oder mit "Natur" und "Wesen" (LERNER 1961, S.11). Die Feststellung von AGANBEGJAN und SHUBKIN (1970, S.35), eine gesellschaftliche Tatsache dürfe mit der statistischen Tatsache ebensowenig gleichgesetzt werden wie Wesen mit Erscheinung, intendiert kaum eine Anlehnung an diese "geisteswissenschaftliche Ideologie", sondern setzt bloss eine Analogie.

Heute hat die "methodologische Kulturkritik" der kritischen Einsicht Platz gemacht, dass die Kategorien unserer verbalen Sprache nicht durchwegs "im Interesse einer strikten Quantifizierung entworfen" sind, und die ihnen entsprechenden Begriffe der soziologischen Wissenschaftssprache deshalb eine zur Quantifizierung im Widerspruch stehende inhärente Vagheit enthalten können, weshalb qualitatives Argumentieren in der Soziologie keineswegs als Ausdruck ihrer wissenschaftlichen Unreife abzuqualifizieren sei (RITSERT und BECKER 1971, S.65).

Tatsächlich wird die Diskussion um eine Quantifizierung der Soziologie heute weniger aufgrund expliziter wissenschaftstheoretischer Positionen geführt. Quantifizierung wird nicht mehr als Ziel, sondern als Mittel angesehen (ADORNO 1969, S.51), der Versuch zur umfassenden und allgemein gültigen Stellungnahme auf technische Kontroversen reduziert, inwiefern bestimmte quantitative Techniken bei Vorhandensein bestimmter Rahmenbedingungen auf bestimmte Phänomene anwendbar sind (McKINNEY 1966, S.85). Durch Einheitlichkeit zeichnen sich die Antworten auf diese Frage allerdings nicht aus.

Hinter diesem "Zusammenschluss in der Mitte" steht eine stillschweigende Uebereinkunft über den Gebrauch der Begriffe "qualitativ" und "quantitativ", die es erst ermöglicht, die Diskussion bloss auf der Ebene technischer Kontroversen auszutragen. Wir haben bereits erwähnt, dass im Laufe der Geschichte verschiedene Interpretationen dieser Begriffe gängig waren. In den vorangehenden Zeilen haben wir dessen ungeachtet leichthändig darüber hinweggeschrieben, dass den jeweilen erwähnten Autoren kein einheitlicher Gebrauch dieser Begriffe eigen ist. Deshalb ist an dieser Stelle ein Versuch zur begrifflichen Klärung unumgänglich. Dazu müssen wir uns vorerst von den umgangssprachlichen Deutungen dieser Ausdrücke lösen, die etwa in Aussagen wie: "Es handelt sich hier um einen Qualitätsartikel", oder: "Es ist uns gelungen, die Qualität unseres Artikels zu verbessern" ihren Ausdruck finden. Wir wenden uns zunächst dem hinter dem erwähnten Zusammenschluss auf der Ebene technischer Kontroversen stehenden Sprachgebrauch zu, denn dieser ist es, der heute in der Soziologie am häufigsten verwendet wird.

In Anlehnung an den seit der Entwicklung metrischer Methoden im 19. Jahrhundert (LERNER 1961, S.11) üblichen Sprachgebrauch, wodurch der Ausdruck "Quantität" zum eigentlichen Schlüsselwort des "Wissenschaftlichen" erhoben wurde, wird der Begriff des Quantitativen stets mit dem Auftreten von Zahlen verbunden. Diese Zuordnung ist (so banal sie auf den ersten Blick scheinen mag) keineswegs von vorne herein als gegeben zu betrachten, haben doch beispielsweise die Pythagoräer den Zahlen nicht nur quantitative Grösse, sondern auch geometrische Gestalt zugeordnet (ALKER 1965, S.5, MASON 1961, S.36), und können Zahlbegriffe doch auch verbal umschrieben werden. Präziser formuliert, ist dann unter Quantifizierung die Zuordnung von Zahlworten zu Elementen (Phänomenen, Ereignissen usw.) gemäss einer Regel zu verstehen (PITSERT und BECKER 1971, S.49). Häufig werden die auf einer Ordinalskala gemessenen Daten bereits als qualitativ bezeichnet.

Ausgehend von diesem Sprachgebrauch ist einsichtig, dass die von ENGELS (1968 A, S.521) vorgenommene Definition von Mathematik als "Wissenschaft von den Grössen" (die er allerdings andernorts relativiert hat) nicht zutreffend ist. Das haben eine ganze Reihe von Soziologen und Methodologen wie z.B. ALBERT (1967, S.42), ALKER (1965, S.10), ARROW (1968, S.636), KAPLAN (1964, S.175), KEMENY (1961, S.37) und LEVI-STRAUSS (1967, S.182-183) in Kenntnis der Entwicklung der modernen Logik und/oder neuer mathematischer Ansätze denn auch erkannt.

KEMENY (1961, S.37) unterscheidet zwei Gruppen mathematischer Ansätze, die weder auf Raum noch auf Zeit Bezug nehmen: Im einen Fall wird eine Art Mathematik verwendet, welche keine Zahlen benutzt, und im anderen wird ein nichtnumerisches Problem numerisch dargestellt. Zu diesen beiden Varianten verweisen wir im folgenden auf je ein Beispiel.

Als den "klassischen" Ansatz der Verwendung einer "qualitativen Mathematik" kann die aus dem Jahre 1947 stammende Arbeit des Mathematikers WEIL (1967, S.257-265) bezeichnet werden. In Zusammenarbeit mit LEVI-STRAUSS, der die Heiratsregeln unter anderem der

australischen Murngin untersucht hatte, gelang es ihm, diese Regeln mit Hilfe der mathematischen Gruppentheorie in die Form mathematischer Gleichungen überzuführen und Konsequenzen dieser Heiratsregeln auf das Gesellschaftssystem abzuleiten. Voraussetzung für eine derartige Analyse ist lediglich, "dass sich die in einer Gesellschaft beobachteten Heiraten auf eine endliche Anzahl von Klassen reduzieren lassen; sodann, dass diese Klassen durch determinierte Beziehungen miteinander verbunden sind (zum Beispiel, dass immer dieselbe Beziehung besteht zwischen der 'Klasse' von Heiraten des Bruders und der 'Klasse' von Heiraten der Kinder)" (LEVI-STRAUSS 1967, S.183). Im Gegensatz zum "Heiratssystem" hochindustrialisierter Gesellschaften waren diese Bedingungen bei den in den anthropologischen Studien von LEVI-STRAUSS untersuchten Gesellschaften offenbar gegeben. Eine ähnliche mit WEIL nicht ganz identische Präsentation mathematischer Instrumente zur Analyse von Heiratsregeln findet sich besonders einfach dargestellt bei KEMENY, SNELL und THOMPSON (1966, S.424-427), eine umfassende Analyse hat WHITE (1963 A) vorgelegt.

Das Beispiel für die zweite Variante (die numerische Darstellung eines nichtnumerischen Problems) entnehmen wir KEMENY (1961, S.43-45). Die Darstellung eines Kommunikationsnetzes (eine qualitative Grösse) kann mit Hilfe einer Matrix erfolgen, in welcher das Vorhandensein von Kommunikationsbeziehungen mit 1, deren Absenz mit 0 gekennzeichnet wird. Die Kommunikationsbeziehungen müssen hier somit bloss auf einer klassifikatorischen Skala "gemessen" werden. Das Kommunikationsnetzwerk für vier Personen kann dann beispielsweise das folgende Aussehen haben:

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Damit wurde ein nichtnumerisches Problem numerisch formuliert. Anstelle der "0" und "1" hätten natürlich auch andere Zeichen gesetzt werden können. Abgesehen von der in der Darstellungsform liegenden erhöhten Uebersichtlichkeit ist mit dieser Darstellung

zunächst allerdings noch nichts gewonnen. Wesentlich ist aber, dass die obige Darstellung nun die Durchführung arithmetischer Operationen ermöglicht. Multiplizieren wir die Matrix C mit sich selber, dann stellt

$$C^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

die Kommunikationsmöglichkeiten über zwei Stufen dar. Addieren wir beispielsweise die Matrix C mit der Matrix C^2, dann wird ersichtlich, dass in einer ein- oder zweistufigen Kommunikation alle Personen mit allen anderen grundsätzlich kommunizieren können, mit Ausnahme des dritten Individuums, das keine derartige Verbindung zum zweiten besitzt. Auch KEMENY gesteht durchaus ein, dass diese Matrizen für wenige Personen trivial sind. An ihre konkrete Verwendung ist bloss für die Darstellung und Analyse grosszahliger Kommunikationsnetzwerke zu denken.

Damit haben wir exemplarisch belegt, dass die Mathematik sich nicht auf das Quantitative reduzieren lässt, dass die "qualitative" Mathematik für soziologische Problemlagen durchaus sinnvoll eingesetzt, und selbst "quantitative" mathematische Ansätze für "qualitative" Problemlagen verwendet werden können. Deshalb ist die Anwendung der Mathematik in der Soziologie generell nicht von den Anforderungen abhängig, welchen die Messbarkeit unterliegt. Zahlen stellen bekanntlich lineare Mannigfaltigkeiten dar, die Gesamtheit aller reellen Zahlen ist auf einer Geraden, eben der Zahlengeraden, abbildbar. Voraussetzung des Messens ist somit, dass das zu Messende als lineare Mannigfaltigkeit (oder als aus Dimensionen bestehend, die als lineare Mannigfaltigkeiten zusammengesetzt sind) gedacht werden kann (FREY 1967, S.106). Daraus ergibt sich, dass BOUDON (1971 C, S.226) wohl beizupflichten ist, wenn er ausführt, soziale Objekte könnten nicht von Natur aus als qualitativ oder quantitativ gekennzeichnet werden, da derartige Kennzeichnungen durch Sprache und Beobachtung vermittelt würden,

kaum aber RAPOPORT (1965, S.61), nach welchem nichtquantitative soziale Objekte lediglich auf die Abwesenheit quantifizierenden Operierens hinweisen, da die grundsätzliche Möglichkeit quantifizierenden Operierens nicht unabhängig von der Denkmöglichkeit linearer Mannigfaltigkeiten des zu messenden Phänomens ist (vgl. z.B. THIEL 1967, S.133).

Unsere Beispiele haben gezeigt, dass soziologische Aussagen auch dann mathematisch dargestellt werden können, wenn nur Klassifikationen möglich sind (THIEL 1967, S.103), und dass an diese Darstellungen überdies mathematische Operationen anschliessen können. Damit wird der vielgerühmte Vorteil quantitativer Analysen - diese ermöglichten die Durchführung von unvergleichbar mehr standardisierten mathematischen Operationen als qualitative - zwar nicht hinfällig, aber doch relativiert. Zweifellos unrichtig ist schliesslich auch die abstruse Behauptung von CICOUREL (1970, S.47), wonach "ein Attribut nur gemessen werden kann, wenn die Theorie, in der es auftritt, axiomatisiert ist" (DUESBERG und TEGTMEIER 1971, S.609). Die grundsätzliche Problematik des Messens in der Soziologie braucht an dieser Stelle nicht mehr weiter verfolgt zu werden (vgl. dazu z.B. SOROKINS 1966, S.114-115, Kritik an GUTTMAN und LAZARSFELD 1950), da wir gesehen haben, dass dieses keine Voraussetzung für den Einsatz der Mathematik darstellt.

Wir sind allerdings der Meinung, dass die bisherige Behandlung des Problems (obwohl üblich) nicht adäquat sei. Bis anhin sind wir ja davon ausgegangen, dass Qualität und Quantität als alternative Begriffe zu verstehen sind. Dass Qualität und Quantität keinen Gegensatz darstellen, ist jedenfalls in der Mathematik (seit RIEMANNS Idee der n-dimensionalen Mannigfaltigkeit; vgl. LERNER 1961, S.22), in der Physik (vgl. LERNER 1961, S.25), aber auch bei dialektischen Denkern wie ENGELS (1968 A, S.522), ADORNO (1969, S.89) und MAO TSE-TUNG (1968, S.132) bekannt. Letzterer prägte die kurze Formel: "Jede Qualität drückt sich in einer bestimmten Quantität aus, ohne Quantität gibt es keine Qualität."

Auch KAPLAN (1964, S.207) betont, dass die beiden Begriffe denknotwendig nicht alternativ gesehen werden können: Quantitäten sind stets Quantitäten von Qualitäten, der Begriff der Quantität setzt jenen der Qualität voraus. Umgekehrt ist es aber auch sinnlos, von Qualitäten zu sprechen, wenn die Rede von Quantitäten dieser Qualitäten als Denkmöglichkeit fallen gelassen wird. Die beiden Begriffe sind somit komplementär, der eine verweist auf den anderen. Dies ist ganz konkret aus einem Hinweis von FREY (1967, S.62) ersichtlich, der darauf aufmerksam macht, dass jede Beziehung von Zahlbegriffen und Erfahrungsgegenständen die Zahlen qualifiziert, da die gezählte Menge durch bestimmte Eigenschaften charakterisiert wird, welche über die Benennung der Zahl diese qualifizieren. Umgekehrt könnte man aber auch sagen, dass jedem singulären qualitativen Begriff a priori auch bereits implizit eine Quantität (die Quantität 1) inhärent ist.

Zusammenfassend halten wir fest, dass selbst bei einem oberflächlichen Verständnis der Begriffe Qualität und Quantität der Gebrauch der Mathematik nicht notwendigerweise auf quantitative Phänomene oder quantitatives Operieren verweist (und umgekehrt), dass bei einer vertiefteren Betrachtungsweise die Zuordnung eines der beiden Begriffe an bestimmte Instrumente und an bestimmte Phänomene sogar sinnlos wird. Mit dieser Feststellung haben wir die sich im Zusammenhang mit unserer Arbeit stellende Problematik hinreichend erschöpft. Dagegen haben wir kaum genügend spezifiziert, in welcher Weise die Begriffe Qualität und Quantität sinnvoll zu gebrauchen sind, wenn sie als komplementäre Begriffe verstanden werden. Da diese notwendigerweise aufwendige Klärung für unsere Arbeit nicht erforderlich ist, verweisen wir lediglich auf das HEGEL-ENGELS-Referat von THIEL (1967, S.199-233), in welchem ein möglicher Ansatzpunkt sichtbar gemacht wird.

ZUR OPTIMALEN AUSSCHOEPFUNG DER VORHANDENEN INFORMATIONEN:

Zu den häufig in der Literatur inbezug auf eine Formalisierung der Soziologie artikulierten Erwartungen gehört auch, dass von einer Formalisierung eine grössere analytische Aussagekraft erwartet wird. Es ist im allgemeinen nicht leicht auszumachen, was überhaupt unter dem Ausdruck "analytische Aussagekraft" (oder ähnlichen Formulierungen) zu verstehen ist. In den meisten Fällen ist wohl gemeint, dass die Formalisierung einer soziologischen Aussage eine gegenüber verbalen Formulierungen beträchtliche Verbesserung der Ausschöpfung der vorhandenen Informationen mit sich bringe.

Diese Funktion einer Formalisierung besitzt eine qualitative und eine quantitative Seite: Zum einen sollen sich die aus Formalisierungen gewonnenen Aussagen durch eine grössere Präzision und Klarheit auszeichnen, zum anderen wird erwartet, dass sich die potentiell möglichen Ableitungen vollständig ermitteln lassen, während falsche Deduktionen leichter vermieden werden können. Die Ursache dieser besonderen Stärke mathematischer Formulierungen wird in der genuinen Klarheit und Präzision der mathematischen Sprache gesehen, sowie im Sachverhalt, dass die Mathematik standardisierte Instrumente zur Herleitung präziser Deduktionen zur Verfügung stellt.

Häufig wird die Fähigkeit mathematischer Formulierungen zur optimalen Ausschöpfung der vorhandenen Informationen allerdings nicht als blosser Selbstzweck angesehen, sondern als Grundlage für eine Verbesserung der Ueberprüfung der Aussagen, oder auch als Voraussetzung für die Durchführung von Prognosen. Die Diskussion der mit einer Ueberprüfung zusammenhängenden Aspekte verschieben wir auf das folgende Kapitel. Dagegen glauben wir auf eine spezielle Betrachtung der Prognose-Funktion, welche etwa bei FREY (1967, S.140-144) im Vordergrund steht, verzichten zu können. In diesem Zusammenhang ist lediglich festzuhalten, dass die nachstehend angeführten Bemerkungen auch auf Formalisierungen anwendbar sind, welche zum Zwecke von Prognosen entworfen wurden. Inbezug auf die

speziellen Probleme sozialwissenschaftlicher Prognosen verweisen wir auf die relevante Fachliteratur (vgl. z.B. NIPPERT 1972, S.89-115).

Zum Thema der von vielen Autoren (z.B. COLEMAN 1964, S.48, McGINNIS 1965, S.3, PHILLIPS 1966, S.306, ZETTERBERG 1967, S.89) angeführten besonderen Klarheit und Präzision der mathematischen Sprache haben wir uns bereits im ersten Kapitel, sowie verschiedentlich in einzelnen nachfolgenden Abschnitten geäussert. Wir erinnern uns, dass diese Behauptung jedenfalls deshalb zu relativieren ist, weil hinter den mathematischen Formulierungen stets umgangsprachliche oder wissenschaftliche verbale Begriffe stehen, und weil die sich aus der mathematischen Formulierung ergebenden Folgerungen wiederum verbal interpretiert werden müssen, d.h. weil die Korrespondenzregeln der Beobachter in einer verbalen Metasprache zu formulieren sind. Wir erinnern uns auch der Tatsache, dass eine mathematische Formulierung sogar eine eigentliche Verschleierung der inhaltlichen Aussagen bewirken kann und bedenken schliesslich die Warnung ADORNOS (1969, S.63, S.64, S.86 und S.126) vor einer Fetischierung von Klarheit und Präzision. Die Berechtigung dieser Kritiken lässt sich recht eindrücklich an einer kybernetischen Formalisierung von EASTON (1965) aufzeigen, zu welcher KERSCHNER (1970, S.1227) ausführt: "The terms, constructs, and concepts he uses are so ambiguous and have so many connotations and denotations, are subject to so many conceptual categories that they have lost meaning - they do not carry any information!"

Die Tatsachen inbezug auf die vermeintliche genuine Präzision und Klarheit der mathematischen Sprache sind somit klar, und wir haben hier nicht weiter darauf einzugehen. Es gilt bloss festzuhalten, dass in dieser Hinsicht von der Verwendung der mathematischen Sprache inbezug auf eine optimale Ausschöpfung der vorhandenen Informationen nicht notwendigerweise eine besondere Hilfe, sondern allenfalls sogar Hindernisse zu erwarten sind.

Bei den postulierten Vorteilen mathematischer Formulierungen in Hinsicht auf die vollständige und fehlerfreie Durchführung von Deduktionen handelt es sich keineswegs um neueste Erkenntnisse unserer Zeit. Bereits für HUME (1895, Band 1, S.96) waren Arithmetik und Algebra die einzigen Wissenschaften, "in welchen eine Kette von Schlussfolgerungen bis zu einem beliebig verwickelten Grade möglich ist, ohne dass dabei die vollständige Sicherheit und Genauigkeit verloren ginge", und bei LEIBNITZ (1960, S.16) heisst es: "Das einzige Mittel, unsere Schlussfolgerungen zu verbessern, ist, sie ebenso anschaulich zu machen, wie es die der Mathematik sind, derart, dass man seinen Irrtum mit den Augen findet und, wenn es Streitigkeiten unter den Leuten gibt, man nur zu sagen braucht: 'Rechnen wir!' ... um zu sehen, wer recht hat."

Zeitgenössische Soziologen und Methodologen wie BUNGE (1967 B, S.475), COLEMAN (1964, S.49), KLAUS und BUHR (1972, Band 3, S.1035), MAYNTZ (1967, S.29), OPP (1970 B, S.230-233), SHUBIK (1965, S.13) und ZELENY (1968, S.147)haben diese Einsichten ungebrochen übernommen. Bei THIEL (1967, S.149) tönt es geradezu euphorisch: "Mathematik heisst Virtuosität und Sicherheit in der Ausschöpfung von Informationen. Der ungeschriebene Grundsatz für alles mathematische Beweisen ist die Regel: 'Immer wieder die Voraussetzungen ausnutzen', denn die Voraussetzungen enthalten die Information, die vor der Deduktion gegeben ist und in der die Resultate vorangegangener Deduktionen enthalten sind." Aus diesem Zitat geht bereits deutlich hervor, was unter einer optimalen Informationsausnutzung in diesem Zusammenhang zu verstehen ist. Die hier postulierte Funktion bezieht sich nicht auf jegliche Verwendung der Mathematik in der Soziologie, namentlich nicht auf den blossen Einsatz mathematischer Symbole und mathematischer Ausdrucksmöglichkeiten zu rein deskriptiven Zwecken. Nicht vorausgesetzt wird, dass vollständige Formalisierungen vorliegen, und dass der Aussagenkomplex nach dem Muster hypothetisch-deduktiver Theorien aufgebaut ist.

Etwas detaillierter wurde die Funktion der Mathematik zur optimalen Ausschöpfung der vorhandenen Informationen durch OPP (1970 B, S.230-232) beschrieben, der unter anderem von den drei folgenden Vorteilen von Formalisierungen spricht:

"Der erste Vorteil der Formalisierung von sozialwissenschaftlichen Theorien besteht darin, dass die Ableitungen leichter werden" (OPP 1970 B, S.230). Das basiert darauf, dass eine Ableitung von Sätzen aus einer formalisierten Theorie ein rein technisches Problem darstellt, ein Problem der regelkonformen Manipulation mit vorgegebenen Symbolen, ohne dass in dieser Phase inhaltliche Ueberlegungen mit einbezogen werden müssen, ohne dass man "an die Bedeutung der umzuformenden Symbolkomplexe ... zu denken" braucht (SCHOLZ 1961, S.376).

"Der zweite Vorteil einer Formalisierung von Aussagen besteht darin, dass Ableitungen besser kontrollierbar werden" (OPP 1970 B, S.231). Bei verbalen Aussagen ist in der Tat oft schwierig einzusehen, ob eine bestimmte Konsequenz sich notwendigerweise aus den vorgegebenen Informationen herleiten lässt (vgl. z.B. OPP 1970 B, S.230). Bei mathematischen Formulierungen sind die Regeln zur Bildung von Ableitungen eindeutig festgelegt, und wer mit diesen Regeln vertraut ist, muss zu gleichlautenden Schlüssen kommen. Deshalb lassen sich die Ergebnisse mathematischer Deduktionen ohne weiteres intersubjektiv vergleichen.

"Der dritte Vorteil der Formalisierung einer Theorie besteht" nach OPP (1970 B, S.231) schliesslich darin, "dass falsche Ableitungen relativ leicht vermieden werden können". Dieser dritte Vorteil stellt eigentlich nicht mehr als eine Konsequenz des zweiten dar. Er ist deshalb von Bedeutung, weil so vermieden werden kann, dass aufgrund von fehlerhaften Ableitungen Prämissen fälschlicherweise modifiziert werden, nachdem die (falschen) Ableitungen empirisch widerlegt worden sind.

Die drei von OPP erwähnten Vorteile zusammenfassend können wir festhalten, dass die Formalisierung soziologischer Aussagen es ermöglicht, auf eine relativ einfache und fehlervermeidende Weise die aufgrund der vorliegenden Informationen möglichen Ableitungen vollständig zu entwickeln. Diese Eigenschaft von Formalisierungen ist an sich unbestritten und kann anhand einer Vielzahl konkreter Formalisierungen unmittelbar eingesehen werden, so dass wir sie hier nicht an neu einzuführenden Beispielen exemplifizieren müssen.

Notwendig erscheint uns bloss noch ein knapper Hinweis, unter welchen Umständen dieser Funktion eine besonders wesentliche Bedeutung zukommt: Zum einen ist die "deduktive Kraft" der Mathematik immer dann besonders wertvoll, wenn wir es mit einem ausgesprochen komplexen Aussagensystem zu tun haben. Das illustriert etwa die Formalisierung einer Reihe von verbal formulierten Propositionen von BLAU (1970) durch HUMMON (1971), welche zu einem zusätzlichen Ergebnis führte, dessen verbale Ableitung kaum denkbar erscheint (vgl. zu diesem Beispiel Kapitel IV). Zum anderen können aus mathematischen Formulierungen unter Umständen Ableitungen gefunden werden, die eine verbale Theorie nicht liefern könnte, weil diese Ableitungen direkt durch das mathematische Instrumentarium definiert werden. Dies gilt etwa für die Herleitung der Bedingungen, unter welchen die Stabilität sozialer Systeme gewährleistet ist, durch BLALOCK (1969; vgl. OPP 1971, S.608), da der hier zum Zuge kommende Stabilitätsbegriff kaum anders denn als Ausfluss des verwendeten mathematischen Instrumentariums gefunden werden kann.

Diesen an sich unbestreitbaren positiven Konsequenzen einer Formalisierung sind jedoch sogleich einige kritische Ueberlegungen anzuschliessen. Zunächst ist leicht einzusehen, dass der Vorteil der Leichtigkeit, mit welcher mathematische Deduktionen durchgeführt werden können, auch einige nicht unwesentliche Nachteile mit sich bringt: Das stets am Inhaltlichen sich orientierende und vom Inhaltlichen belastete Argumentieren in verbaler Sprache stellt auch immer wenigstens potentiell einen Korrekturfaktor dar. Der "verbale" Soziologe wird dadurch zur Reflexion gezwungen, und so stellt sich bei jedem Schritt der verbalen Argumentation gleichzeitig die Frage nach der inhaltlichen Adäquanz der gewählten Konzeption. Indem durch die Formalisierung diese Schritte zum jargonhaft erlernbaren, vom konkreten Inhalt abgelösten Manipulieren mit Symbolen werden, entfällt diese Korrekturmöglichkeit. Dieser Mangel wird besonders schwerwiegend, wenn ein kompliziertes und wenig geläufiges mathematisches Instrument auf komplexe Problemlagen angewendet wird. Dann kann es vorkommen, dass eine inhaltliche Deutung der einzelnen Schritte geradezu unmöglich wird. Damit stellt sich das Problem der Nachvollziehbarkeit der einzelnen mathematischen Deduktionen überhaupt.

Diese Bemerkungen weisen bereits darauf hin, dass die von OPP erwähnten Vorteile von Formalisierungen (verbesserte Kontrolle der Ableitungen sowie Vermeidung falscher Ableitungen) nur in der Weise verstanden werden dürfen, dass aufgrund der Formalisierung die formal zulässigen Ableitungen mit grösster Sicherheit gefunden werden können. Aus der tatsächlich leicht entscheidbaren Frage, ob die formalen Deduktionsregeln richtig angewendet worden sind, ergibt sich jedoch noch keineswegs, dass die Anwendung dieser Regeln auch inhaltlich zulässig ist, dass die inhaltlichen Voraussetzungen für die Anwendung der formalen Operationen auch wirklich vorliegen.

Die Tatsache, dass die formal-mathematische Richtigkeit und die inhaltliche Anwendbarkeit einer mathematischen Operation durchaus divergieren können, illustrieren wir anhand eines simplen Beispieles von POPPER (1963, S.211): Aus der alltäglichen Erfahrung wissen wir, dass sich die einfachen Regeln der Arithmetik ohne weiteres auf Objekte wie zum Beispiel "Aepfel" anwenden lassen. Legen wir also zwei mal zwei Aepfel in einen Korb und heben wir nach einer gewissen Zeit dessen Deckel, dann führt uns das Abzählen der Aepfel zur Zahl vier. Dieses Resultat hätten wir aber auch ohne nachzuschauen und abzuzählen rein formal nach den arithmetischen Regeln errechnen können. Wir sind deshalb geneigt zu folgern, es spiele wohl keine Rolle, ob wir in diesen Korb zwei mal zwei Aepfel, zwei mal zwei Birnen oder zwei mal zwei Kaninchen hineinlegen. Führen wir das "Experiment" nun mit den zwei mal zwei Kaninchen durch, ist nicht ausgeschlossen, dass wir eine Ueberraschung erleben: Die spezifische Fruchtbarkeit dieser Tierchen kann nämlich dazu geführt haben, dass wir nach dem Oeffnen des Dekkels vielleicht ein Dutzend Kaninchen abzählen können. In diesem Fall hätte uns die schematische Anwendung der arithmetischen Regeln offensichtlich in die Irre geführt. Leicht könnten weitere Beispiele konstruiert werden, um zu zeigen, dass andere einfache Regeln (z.B. die Transitivität) auf bestimmte Sachverhalte nicht anwendbar sind.

Erinnern wir uns der Feststellung, dass die Nachvollziehbarkeit der einzelnen mathematischen Deduktionen in gewissen Fällen ausserordentlich schwierig oder sogar unmöglich sein kann, dann erweist

sich angesichts der Möglichkeit eines Auseinanderklaffens zwischen der formal-mathematischen Richtigkeit und der inhaltlichen Anwendbarkeit einer mathematischen Operation die Strategie des rein mechanischen Deduzierens als ausserordentlich gefährlich. Bei komplizierten soziologischen Problemlagen ist es nämlich nicht so leicht einsichtig wie in unserem Schulbeispiel, ob eine bestimmte mathematische Operation anwendbar ist oder nicht. Falls dem so wäre, könnte auf den Einsatz des mathematischen Instrumentariums füglich verzichtet werden.

Schliesslich haben wir auch an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die empirische Relevanz der entwickelten Ableitungen nicht durch die Folgerichtigkeit des Deduzierens gegeben ist, sondern durch die ausformulierten Prämissen der Formalisierung. Da formale Deduktionen auch auf der Basis durchaus fehlerhafter Prämissen sehr wohl folgerichtig durchgeführt werden können, ist es denkbar, dass sich die auf der Ebene der Prämissen gesetzten Fehler durch das mathematische Operieren kumulieren (vgl. LUETHI 1969, S.977). Da oft formale Anforderungen an die Form der konkreten Formalisierung gestellt werden müssen, damit Deduktionen überhaupt möglich werden (COLEMAN 1960, S.128), kann die Formalisierung einer verbalen Theorie auf der Ebene der Prämissen zu einer materiellen Verschlechterung des theoretischen Ansatzes führen.

Die Folgerungen aus unseren bisherigen Ausführungen sind nicht eindeutig: Den tatsächlich unbestreitbaren Vorteilen der Mathematik inbezug auf eine fehlerfreie und vollständige Entwicklung der auf der Basis der vorhandenen Informationen möglichen Deduktionen haben wir einige Gefahren gegenübergestellt, deren konkrete Bedeutung grundsätzlich nicht kalkulierbar ist. Deshalb müssen wir uns mit dem Postulat bescheiden, dass vor der Herleitung mathematischer Deduktionen die Möglichkeiten einer Ueberprüfung der Anwendbarkeit eines bestimmten mathematischen Instrumentariums (d.h. seiner Voraussetzungen) auf die konkret vorliegende Problemlage stets voll auszuschöpfen sind. Selbstverständlich sollen die mit dem mechanischen Deduzieren verbundenen Gefahren auch dazu führen, dass der empirischen Ueberprüfung der derart gewonnenen Ableitungen eine besondere Beachtung geschenkt wird.

IV. Kapitel Die Ueberprüfung soziologischer Theorien: Ueber die kritische Funktion der Mathematik

In unserem einleitenden Kapitel haben wir den Phasen des Entwerfens und des Ausformulierens einer Theorie eine dritte Phase innerhalb des Prozesses der Theorienbildung angeschlossen: die Phase der kritischen Ueberprüfung einer Theorie. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass diese Aufgliederung des Prozesses der Theorienbildung in drei Phasen als eine analytische zu verstehen sei, da die einzelnen Phasen in andere übergreifen und somit nicht mechanisch voneinander abgetrennt werden können. So sind beispielsweise in jeder Phase des Theorienbildungsprozesses (beginnend etwa mit der kritischen Analyse des zu verwendenden begrifflichen Apparates) Ueberprüfungen vorzunehmen.

Die Notwendigkeit, die ausformulierte Theorie einer formellen Ueberprüfungsphase zu unterwerfen, ergibt sich daraus, dass die Feststellung der Wahrheit oder Falschheit einer Theorie weder auf den ersten Blick noch überhaupt endgültig sich ergeben kann, weshalb eine Theorie einer so strengen Kritik wie überhaupt möglich zu stellen ist (OPP 1970 B, S.296). Das Erfordernis einer kritischen Ueberprüfung theoretischer Entwürfe ist unbestritten, unterschiedlich ist bloss die Bedeutung, welche gemäss den verschiedenen Methodologien dieser Phase zugerechnet wird, kontrovers ist schliesslich, welche kritischen Instanzen für diese Ueberprüfung herangezogen werden sollen, und welche Konsequenzen aus den Ergebnissen der Ueberprüfungen zu ziehen sind. Deshalb kommen wir nicht darum, in diesen einleitenden Bemerkungen verhältnismässig eingehend auf die Frage einzutreten, was hier sinnvollerweise unter einer "Ueberprüfung" zu verstehen ist.

Befassen wir uns in diesem Kapitel nun mit den möglichen Funktionen der Mathematik im Zusammenhang mit der Ueberprüfung soziologischer Theorien, dann muss also spezifiziert werden, welche kritischen Instanzen allenfalls dazu herangezogen werden können, da sich die Funktionalität oder Disfunktionalität mathematischer For-

mulierungen nur ganz konkret inbezug auf diese Instanzen bestimmen lässt. Im Gegensatz zu den vorangehenden Kapiteln lassen sich diejenigen kritischen Instanzen, bei welchen die Mathematik eine Funktion übernehmen könnte, nicht direkt aus den schriftlichen Stellungnahmen über die Verbindung von Soziologie mit Mathematik entnehmen, da diese Aeusserungen sich durch eine allzu grosse Unklarheit auszeichnen (vgl. z.B. ATTESLANDER 1971, S.177, THIEMEYER 1969, S.84-85). Bevor wir uns diesen kritischen Instanzen zuwenden, haben wir jedoch eine Eingrenzung unserer Betrachtungen vorzunehmen.

Wenn ganz allgemein vom kritischen Potential der Mathematik in der Soziologie die Rede ist, denkt man üblicherweise an den Einsatz der Mathematik als Instrument für die Ueberprüfung selbst. Man geht dabei von der Vorstellung aus, die Mathematik stelle dem Soziologen besonders geeignete Mittel zur Verfügung, welche dieser übernehmen könne, um die (auch verbal formulierte) Theorie einer erleichterten oder verbesserten Ueberprüfung zu unterziehen. Die Mathematik wird nicht als eine Sprache verwendet, mit deren Hilfe inhaltlich-soziologische Aussagen formuliert werden, sondern als ein Instrument zur Analyse inhaltlicher Aussagen. Diese Verwendung der Mathematik setzt deshalb nicht voraus, dass die kritisch zu untersuchende Theorie notwendigerweise in formalisierter Form vorliegt. Obwohl die einzelnen Instrumente in ganz unterschiedlichen Problembereichen Einsätze erfahren können, werden durch sie bestimmte Anforderungen an die zu analysierende Theorie gestellt, so dass kein Instrument universell auf beliebige Theorien anwendbar ist.

Tatsächlich stellt diese Verbindung von Soziologie mit Mathematik eine ihrer historisch frühsten Einsatzformen dar, tatsächlich hat sie in der Soziologie eine quantitativ grosse Verbreitung gefunden. Es ist deshalb auch nicht erstaunlich, wenn diese Einsatzvariante der Mathematik die Vorstellungen des Soziologen über den Einsatz der Mathematik in der Soziologie wesentlich mitbestimmt hat.

Ein traditionelles Instrument für die Ueberprüfung soziologischer Theorien stellt die formale Logik dar. Sie spielt eine bedeutende Rolle bei der Ueberprüfung einer Theorie sowohl in Hinsicht auf

die immanente logische Konsistenz der Theorie, als auch für den Vergleich einer Theorie mit alternativen Theorien. Die formale Logik kann als das Instrument für eine logische Ueberprüfung einer Theorie bezeichnet werden. Viele kleinere Illustrationsbeispiele einer derartigen Verwendung der formalen Logik finden sich beispielsweise bei OPP (1970 B). Andere Autoren haben mit ihrer Hilfe konkrete und wesentliche Aufgaben analysiert (vgl. z.B. WEYMANN 1972, ZELENY 1968).

In erster Linie ist beim Einsatz der Mathematik als Instrument für die kritische Ueberprüfung soziologischer Theorien aber an den ganzen Komplex statistischer Testverfahren zu denken, der namentlich seit der Entwicklung nichtparametrischer Tests auch in der Soziologie ein weites Anwendungsfeld gefunden hat. Ferner sei speziell auch an die Rolle der Stichprobentheorie im Zusammenhang mit Massenbefragungen erinnert. Hier hat die Mathematik eine Funktion als Instrument für die empirische Ueberprüfung von Theorien übernommen. Um den Einsatz statistischer Tests überhaupt zu ermöglichen, ist es häufig erforderlich, die Mathematik bereits vorher als Instrument zu verwenden, indem mathematische Skalierungsverfahren eingesetzt werden.

Wir werden hier auf die Betrachtung der Mathematik unter dem Aspekt eines Instrumentes für die Ueberprüfung soziologischer Theorien nicht eintreten. Gemessen am Anspruch unserer Arbeit bedeutet dies offensichtlich eine bedauerliche Inkonsequenz. Dieser Verzicht scheint jedoch unumgänglich, weil der Einbezug dieses Aspektes den Rahmen unserer Arbeit bei weitem sprengen würde. Verantwortbar ist unsere Einschränkung auch deshalb, weil dieser Komplex in praktisch jedem statistischen (z.B. KERLINGER 1964) und vielen methodologischen Lehrbüchern (z.B. ATTESLANDER 1971) zumindest teilweise abgedeckt wird.

Mit diesem Verzicht meinen wir selbstverständlich nicht, dass der Einsatz der Mathematik als Instrument für die Ueberprüfung soziologischer Theorien uninteressant und unwichtig wäre. Aufgrund des eingangs erwähnten Sachverhaltes, dass möglichst viele Instrumente für die Ueberprüfung einzusetzen sind (angesichts der nie ganz zu

korrigierenden Vorläufigkeit jeder Theorie), kann dies natürlich nicht intendiert sein. Wir meinen aber auch nicht, dieser Verzicht lasse sich deshalb begründen, weil der Einsatz der Mathematik als Instrument in dieser Phase so völlig unproblematisch sei. Die stete Gefahr, dass soziologische Theorien und Informationen in die dem Test entsprechende Form gegossen und somit verändert werden, dass sich der Inhalt dem Primat der Form beugen muss, dass die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit eines bestimmten Instrumentes nicht genügend überprüft werden, ist auch in diesem Zusammenhang nicht zu übersehen. Eine Konkretisierung dieser Aussage würde leider einen darstellerischen Aufwand bedingen, den wir hier nicht leisten können. Dies ist der einzige Grund unserer Einschränkung.

Was also haben wir im Auge, wenn wir im folgenden von der kritischen Funktion der Mathematik für die Ueberprüfung soziologischer Theorien sprechen werden? Wir meinen, dass bereits die Tatsache des Vorliegens einer soziologischen Theorie in mathematischer Form die Möglichkeiten einer Kritik verbessern könnte. Wir setzen für dieses Kapitel somit die Arbeitshypothese, dass mathematisch formulierte Theorien inbezug auf ihre Ueberprüfung den verbal formulierten Theorien überlegen seien. Die Mathematik stellt hier im Gegensatz zu oben somit kein Ueberprüfungsinstrument auch für verbal formulierte Theorien dar, sie wird bloss in ihrer Eigenschaft als mögliche sprachliche Basis betrachtet, auf welcher der Ueberprüfungsprozess sich abwickeln wird, und auf welcher sich dann auch der intersubjektive Prozess der Ueberprüfung zu vollziehen hat.

Während die Funktion der Mathematik im Zusammenhang mit Formalisierungsversuchen von Theorien grundsätzlich unabhängig von der Rolle der Mathematik als heuristisches Hilfsmittel im Vorzimmer der Theorienbildung realisiert werden kann und umgekehrt, setzt eine Realisierung der kritischen Funktion im hier besprochenen Sinne konventionsgemäss voraus, dass die Theorie vorgängig zumindest teilweise formalisiert worden ist. Diese Abhängigkeit ist offensichtlich keine reziproke.

Aus unserer Einschränkung der Diskussion auf formalisierte Theorien ergeben sich bestimmte Konsequenzen. Einerseits ist der

Geltungsanspruch derartiger Ueberprüfungen zu bedenken: Wenn wir fragen, ob eine Formalisierung leichter überprüft werden kann als eine verbal formulierte Theorie, dann ist zu beachten, dass in mathematische Sprache übersetzte verbale Theorien nach ihrer Formalisierung nicht immer verschwinden (LINDENBERG 1971, S.101). Da eine Formalisierung zu ihrer verbalen Basistheorie nie vollkommen gleichwertig sein wird, dürfen die Schlussfolgerungen aus der Ueberprüfung der Formalisierung nicht unbesehen auf die verbale Basistheorie übertragen werden. Das Problem der Uebertragbarkeit von Ueberprüfungsergebnissen stellt sich natürlich nicht, wenn die Formalisierung nicht aus einer Uebersetzung einer verbalen Theorie hervorgegangen ist.

Andererseits verweist die Diskussion der kritischen Funktion der Mathematik im hier verstandenen Sinne auf unsere Ergebnisse der vorangehenden Kapitel, namentlich auf jene des III. Kapitels.

Falls dort der Nachweis erbracht worden wäre, die Mathematik eigne sich als Theoriesprache schlechthin, würde sich die Behandlung des hier zur Diskussion stehenden Aspektes beinahe erübrigen. Weil dem aber nicht so ist, werden wir auf die kritische Funktion der Mathematik einzugehen haben. Da diese gemäss unserer Konvention eine Formalisierung voraussetzt, werden wir unsere bisherigen Ergebnisse stets mitdenken können und auf sie verweisen. Deshalb werden unsere Ausführungen zur kritischen Funktion der Mathematik auch verhältnismässig knapp ausfallen.

Wir haben bis anhin ganz generell und unspezifiziert von der Ueberprüfung soziologischer Theorien gesprochen, obwohl wir einleitend festgestellt hatten, es sei keineswegs klar, an welchen kritischen Instanzen diese Ueberprüfung vorzunehmen sei. Tatsächlich haben wir (wie dem Leser aufgefallen sein mag) den Ausdruck "Ueberprüfung" in den vorangehenden Zeilen zur Bezeichnung unterschiedlicher Operationen verwendet. Noch weniger einheitlich ist die Meinung der Soziologen und Methodologen bezüglich der Konsequenzen der einzelnen Ueberprüfungsergebnisse: Bedeutet der Nachweis des Versagens einer Theorie inbezug auf eine bestimmte kritische Instanz automatisch eine Ablehnung dieser Theorie?

Diese Problematik kann an einem Beispiel illustriert werden. Nach der Meinung einiger Methodologen wäre jede Theorie in erster und entscheidender Linie mit den sogenannten "Tatsachen" zu konfrontieren. Bestehen zwischen Theorie und den "Tatsachen" Widersprüche, dann ist die Theorie als empirisch falsch abzulehnen. Anderen Meinungen zufolge sollte diese Theorie gleichwohl solange aufrechterhalten werden, als keine besseren theoretischen Ansätze zur Verfügung stehen. Beide Argumentationen akzeptieren die "Tatsachen" als kritische Instanz, nur werden andere Konsequenzen aus den Ergebnissen der Ueberprüfung an dieser Instanz gezogen.

Wir möchten bereits an dieser Stelle festhalten, dass wir die Frage nach den "adäquaten" kritischen Instanzen hier ebensowenig beantworten werden wie jene nach den Konsequenzen, welche aus einer Ueberprüfung an den verschiedenen kritischen Instanzen zu ziehen sind. Angesichts der Notwendigkeit, eine Theorie möglichst radikal wisssenschaftlicher Kritik zu unterwerfen, halten wir es grundsätzlich für wünschbar, mehrere kritische Instanzen für die Ueberprüfung heranzuziehen. Deshalb werden wir im folgenden uns an einigen umfassenden Ueberprüfungskonzeptionen orientieren, um so einen Ueberblick über die in der Literatur vorgeschlagenen kritischen Instanzen zu gewinnen. Erst im Anschluss daran können wir uns dann fragen, ob die Formulierung einer soziologischen Theorie in mathematischer Form eine Ausübung von Kritik inbezug auf die einzelnen kritischen Instanzen erleichtert. Die Frage nach den aus den einzelnen Ueberprüfungsergebnissen zu ziehenden Konsequenzen bleibt damit offen.

POPPER (1968, S.32-33) unterscheidet vier Linien, nach welchen Theorien überprüft werden können. Neben (a_1) der Ueberprüfung der Ableitungen auf ihre gegenseitige Konsistenz, (a_2) der Ueberprüfung der logischen Form der Theorie und (b) der empirischen Ueberprüfung einer Theorie, spricht er (c) vom Vergleich der Theorie mit alternativen Theorien.

Die Ueberprüfungsdimensionen bei OPP (1970 B, S.270-298) und BUNGE (1967 B, S.476) unterscheiden sich, abgesehen von der etwas abweichenden Terminologie, von POPPER lediglich dadurch, dass (a_1) und

(a_2) faktisch in einer einzigen Dimension zusammengefasst werden, welche man als (a) die immanente logische Ueberprüfung der Theorie bzeichnen könnte. Da POPPER sowohl von BUNGE als auch von OPP weitgehend rezipiert worden ist, darf diese Uebereinstimmung nicht erstaunen.

ALBERT (1964, S.53) erwähnt vier Kriterien für die Ueberprüfung soziologischer Aussagen, nämlich (in terminologischer Anpassung der Klassifikation ALBERTS an jene von POPPER) (a) die interne Widerspruchsfreiheit, (b) die Haltbarkeit gegenüber empirischen Tatsachen, (c_1) das Verhältnis zu anderen Aussagen und (c_2) das Ausmass der Problemlösung. Die drei ersten Kriterien decken sind in etwa mit jenen von BUNGE, OPP und POPPER, das Ausmass der Problemlösung wird als ein viertes zusätzlich eingeführt.

ATTESLANDER (1971, S.10-14) schliesslich unterscheidet drei Stufen der Ueberprüfung einer Hypothese: in einer ersten Stufe sollen (a) logische Anforderungen (Allgemeinheit, Widerspruchsfreiheit, empirische Ueberprüfbarkeit, Originalität) überprüft werden, in einer zweiten (b) die empirische Wahrheit, während die dritte Stufe (d) der intersubjektiven Ueberprüfung gewidmet ist. Stufe (a) bei ATTESLANDER geht über das hinaus, was wir oben unter die "immanente logische Ueberprüfung" subsummiert haben, indem die fragliche Theorie auch an konkurrierenden Theorien gemessen wird (Frage nach der Originalität), und indem auch die Frage nach der Allgemeinheit der theoretischen Aussage gestellt wird (dahinter steht die restringierende Forderung nach "Allgemeinheit" theoretischer Aussagen). Die dritte Stufe, die intersubjektive Ueberprüfung, kann wohl als eine eigentliche kritische Instanz der Ueberprüfung angesehen werden, sie vollzieht sich aber auf den unter (a) und (b) angegebenen Ebenen und ist somit von diesen nicht unabhängig.

Aus diesen Ueberprüfungskonzeptionen ergibt sich, dass wir im Grunde genommen von drei verschiedenen kritischen Instanzen für die Ueberprüfung soziologischer Theorien sprechen können: Wenn wir eine Ueberprüfung der immanenten logischen Struktur einer

Theorie anstreben, haben wir zunächst ihre immanente Folgerichtigkeit und Vollständigkeit zu untersuchen. Diese Ueberprüfung impliziert konkret die Frage nach der Existenz logisch unzulässiger Aussagen, nach dem Vorhandensein aller logisch möglichen (und relevanten) Aussagen, sowie nach der Notwendigkeit der angeführten Prämissen. Ferner ist der Informationsgehalt in der Weise zu analysieren, dass logisch widersprüchliche Aussagen als solche ausgewiesen und Tautologien aufgezeigt werden, womit auch die Frage nach den potentiellen Falsifikatoren und Konfirmatoren der Theorie gestellt wird. Diese Arbeiten führen insgesamt zu einer "Freilegung der logischen Struktur" der Theorie, was auch zur Konsequenz hat, dass auf weitere mögliche Anwendungsbereiche der Theorie geschlossen werden kann. Die kritische Instanz der Untersuchung ist die Logik. Fallen die Ueberprüfungen positiv aus, dann kann die Theorie als logisch zufriedenstellend bezeichnet werden. Aussagen über eine zufriedenstellende logische Klarheit und Haltbarkeit einer Theorie stehen jedoch in keinem direkten Zusammenhang mit Aussagen über die "Wahrheit" der Theorie: eine logisch durchaus adäquate Theorie braucht keineswegs "wahr" zu sein.

Zur Ueberprüfung der Wahrheit einer Theorie verwenden wir als kritische Instanz die "Empirie", die "Tatsachen", oder besser: Protokollaussagen über empirische Sachverhalte und sprechen im folgenden von der empirischen Ueberprüfung einer Theorie. Je nachdem die Theorie sich als mehr oder weniger im Einklang mit den empirischen Sachverhalten erweist, ist sie als mehr oder weniger empirisch gesichert zu betrachten. Die empirische Bestätigung einer Theorie ist stets eine relative, da in der Soziologie wie in den Naturwissenschaften (FREY 1965, S.35) eine absolute empirische Beweisbarkeit grundsätzlich nicht gegeben ist. Je besser eine Theorie aber die empirische Ueberprüfung besteht, desto gerechtfertigter ist es auch, sie als eine empirisch "wahre" Theorie zu bezeichnen. Der Grad der möglichen empirischen Nachweisbarkeit der Wahrheit einer Theorie hängt unter anderem auch von der logischen Struktur der Theorie ab, vom Grade ihrer Falsifizierbarkeit, welcher bei POPPER (1968, S.140) als die (erkenntnistheoretische) "Einfachheit" einer Theorie bezeichnet wird. Natürlich ist der Prozess der empirischen Ueberprüfung einer Theorie viel komplizierter,

als wir eben skizziert haben. Namentlich die Entscheidung, wann von einer "besseren" empirischen Bestätigung gesprochen werden darf, ist keineswegs trivial. Für unsere Zwecke sollten diese knappen Bemerkungen jedoch genügen.

Die dritte kritische Instanz ist weniger eindeutig fassbar: POPPER spricht vom Vergleich einer Theorie mit alternativen Theorien, ATTESLANDER von ihrer Originalität oder Neuheit und ALBERT vom Ausmass ihrer Problemlösung. Gemeinsam an diesen Kriterien ist, dass die Theorie nicht mehr immanent und isoliert kritisiert, sondern an anderen Informationen, an anderem Wissen (nicht aber an empirischen "Tatsachen") gemessen wird. Wir werden diese kritische (Residual-) Instanz deshalb zusammenfassend als die "relative Relevanz" einer Theorie bezeichnen, in der Meinung, dass die Ergebnisse der Ueberprüfung an allen drei kritischen Instanzen insgesamt die "Relevanz" der Theorie angeben. Konkret meinen wir mit der "relativen Relevanz" einer Theorie (und gehen dabei etwas über die vorgeschlagenen Kriterien hinaus): (1) den Vergleich mit anderen konkurrierenden theoretischen Aussagen (ALBERT, ATTESLANDER, BUNGE, OPP, POPPER), und (2) den Vergleich der Theorie mit dem Wissen um die zu lösenden Probleme (ALBERT). Das bedeutet, dass sich die relative Relevanz einer Theorie bestimmen lässt, indem man untersucht, ob sie gegenüber bisherigem theoretischem Wissen neue Aussagen formuliert oder bisherige Aussagen besser formuliert (indem etwa eine echte Synthese zwischen bisher isolierten Theorien gefunden worden ist), und indem sie gemessen am einzelnen Problem, mit welchem sie sich befasst, oder aber am Verhältnis zwischen Problem und gesellschaftlicher Situation, sich durch eine besonders grosse Problemlösungskapazität auszeichnet.

Zu beachten ist, dass die drei kritischen Instanzen, welche den Aufbau dieses Kapitels bestimmen werden, nicht mit verschiedenen Ueberprüfungsinstrumenten verknüpft sind. Unsere Gliederung richtet sich nicht nach Instrumenten aus, sondern nach kritischen Instanzen: bei der immanent logischen Ueberprüfung ist diese die Logik, bei der empirischen die "Empirie" und bei jener der relativen Relevanz (anderes) konkurrierendes Wissen. Dass kritische Instanz und das bei der Ueberprüfung verwendete Instrumentarium

durchaus divergieren können, zeigt beispielsweise der Sachverhalt, dass für einige Untersuchungen inbezug auf die relative Relevanz logische Instrumente heranzuziehen sind.

Damit haben wir dargelegt, an welchen kritischen Instanzen soziologische Formalisierungen gespiegelt werden können. Nun hat aber eine Ueberprüfung nur dann einen Sinn, wenn aus dieser Ueberprüfung Konsequenzen gezogen werden. Andererseits haben wir weiter oben festgehalten, dass wir die Frage nach den aus den einzelnen Ueberprüfungsergebnissen zu ziehenden Konsequenzen offen lassen möchten. Wie ist das zu verstehen?

Zunächst ist es selbstverständlich, dass eine Theorie, welche wesentliche logische Mängel aufweist (Widersprüchlichkeit), die empirisch mehrfach deutlich falsifiziert worden ist und sich inbezug auf konkurrierendes theoretisches Wissen durch eine geringe relative Relevanz auszeichnet, als unbrauchbar zu klassifizieren und deshalb abzulehnen oder zu modifizieren ist, während eine Theorie, welche aus allen Ueberprüfungen ohne Tadel hervorgeht, akzeptiert werden muss. Für alle dazwischenliegenden Fälle, und das sind jene, welche in der Praxis tatsächlich auftreten, möchten wir die drei kritischen Instanzen als blosse Orientierungshilfen verstehen und auf jeglichen Dogmatismus verzichten. Die einzelnen Ueberprüfungsergebnisse sind von Fall zu Fall gegeneinander abzuwägen, ohne dass losgelöst vom konkreten Problem die einzelnen Instanzen bereits gewichtet worden wären. Ansonsten werden allzu leicht möglicherweise zukunftsträchtige Theorien auf dem Altar methodologischer Regeln geopfert und soziologisches Wissen kastriert. Unsere nachfolgenden Untersuchungen werden durch diese Stellungnahme nicht beeinflusst. Wer bereit ist, aus einzelnen Ueberprüfungsergebnissen dogmatische Konsequenzen zu ziehen, wird darin nicht verhindert werden können.

DIE UEBERPRUEFUNG DER IMMANENTEN LOGISCHEN STRUKTUR EINER THEORIE:

Obwohl es grundsätzlich durchaus möglich ist, logisch völlig einwandfreie und gleichzeitig empirisch falsche und sich durch eine geringe relative Relevanz auszeichnende Theorien zu konstruieren (OPP 1970 B, S.274), hat doch die Ueberprüfung einer Theorie inbezug auf ihre immanente logische Struktur nichts mit szientistischem Perfektionismus zu tun. Die immanente logische Ueberprüfung kann nämlich (a) eine Voraussetzung für die in den nachfolgenden Abschnitten zu besprechenden Ueberprüfungen darstellen, oder (b) dazu beitragen, dass diese Ueberprüfungen nachher abgekürzt und somit effizienter durchgeführt werden können. Schliesslich kann die Logik aber auch nicht bloss eine kritische Hilfs-Instanz darstellen, sondern (c) den Stellenwert einer autonomen kritischen Instanz erhalten, anhand welcher Theorien ungeachtet ihrer empirischen Haltbarkeit und ihrer relativen Relevanz zu kritisieren sind. Diese Behauptungen werden wir im folgenden belegen.

Unter der Voraussetzung der Richtigkeit unserer Behauptungen wird die in der Literatur häufig vertretene Meinung relevant, mathematisierte soziologische Theorien seien gegenüber verbal formulierten Ansätzen bezüglich ihrer immanenten logischen Ueberprüfbarkeit grundsätzlich im Vorteil (z.B. BLAU 1971, S.304, COLEMAN 1960, S.131 und 1964, S.48-49, MAYNTZ 1967, S.30, NIPPERT 1972, S.57, SHUBIK 1965, S.15).

Tatsächlich wird diese Meinung durch einige bereits im vorangehenden Kapitel festgehaltene Aussagen bestätigt. Dort haben wir festgestellt, dass die Ableitungen in einer formalisierten Theorie dank der Existenz standardisierter mathematischer Deduktionsregeln leicht, eindeutig und vollständig durchgeführt werden können, und das bedeutet natürlich auch, dass diese Operationen sich prinzipiell leicht, eindeutig und vollständig nachvollziehen, also überprüfen lassen. Dadurch können logisch unzulässige Ableitungen und für die Herleitung der Ableitungen nicht notwendige Prämissen ausgeschieden, und die explizit ausformulierten Ableitungen allenfalls durch

weitere ergänzt werden, welche die gesetzten Prämissen implizieren. Die Tatsache, dass die immanente Folgerichtigkeit und Vollständigkeit einer Formalisierung leichter und sicherer als bei äquivalenten verbalen Formulierungen untersucht werden kann, ist somit grundsätzlich nicht zu bestreiten.

Dieser Vorteil kann allerdings nur dann realisiert werden, wenn dem Soziologen diese mathematischen Deduktionsregeln bekannt sind, wenn er also intellektuell überhaupt in der Lage ist, dieses Instrumentarium anzuwenden. Falls für die Formalisierung dagegen ein selten verwendetes, anspruchsvolle mathematische Einsichten voraussetzendes oder in wenig üblicher Symbolisierung niedergeschriebenes mathematisches Instrumentarium eingesetzt wird, kann eine Formalisierung faktisch auch eine Immunisierung der Theorie inbezug auf die Ueberprüfung ihrer immanenten Folgerichtigkeit und Vollständigkeit bedeuten.

Diese Konsequenz wäre bedauerlich, da diese Ueberprüfung durchaus ihre praktische Bedeutung besitzt. Die Ausschaltung logisch nicht zulässiger Aussagen sowie die explizite Formulierung aller logisch möglichen Ableitungen ist in erster Linie deshalb von Interesse, weil dadurch eine adäquate Basis für die empirische Ueberprüfung gesetzt wird: Nur so wird vermieden, dass die Theorie später an unzulässigen Ableitungen "falsifiziert" oder an nicht ausformulierten (überprüfungsstrategisch wichtigen) Ableitungen nicht falsifiziert wird. Das Ausscheiden logisch nicht notwendiger Prämissen bedeutet nicht bloss eine Vereinfachung der logischen Struktur der Theorie, sondern natürlich auch eine inhaltliche Richtigstellung. Wir sehen somit, dass die Ausscheidung nicht notwendiger Prämissen als auch die explizite Ausführung aller logisch möglichen Ableitungen dazu führt, dass die Ueberprüfung der immanenten logischen Struktur einer Theorie nicht lediglich einen "defensiven" Charakter besitzt, sondern durchaus auch neue Erkenntnisse liefern könnte.

Unter die Ueberprüfung der logischen Struktur einer Theorie haben wir an zweiter Stelle eine Analyse ihres Informationsgehaltes gesetzt. Diese Analyse kann, so die Theorie bloss immanent überprüft

werden soll, allerdings nur begrenzt durchgeführt werden. Um dies aufzuzeigen, halten wir uns nun im wesentlichen an OPP (1970 B, S.166-213), der sich seinerseits auf POPPER (1968) abstützt. Dabei wird es uns selbstverständlich nicht möglich sein, die Ausführungen von OPP detailliert zu referieren.

Wenn man also von einem hohen Informationsgehalt einer Aussage spricht (oder: von einem hohen empirischen Gehalt, einer grossen Erklärungskraft), dann meint man, "dass sie vieles, was der Fall sein könnte, ausschliesst, anders gesagt: sie ist mit vielem, was geschieht, nicht vereinbar" (OPP 1970 B, S.166). Die Aussage "heute regnet es oder es regnet nicht" sagt offenbar nichts über die Realität aus (da es nicht gleichzeitig regnen und nicht regnen kann), sie besitzt somit keinen Informationsgehalt. Dagegen verfügt sie über einen totalen Spielraum, d.h. sie ist in jedem denkbaren Fall richtig, Informationsgehalt und Spielraum sind komplementäre Begriffe. Daran schliesst OPP (1970 B, S.73) die folgenden Definitionen an: "Der Informationsgehalt einer Aussage ist gleich der Klasse ihrer potentiellen Falsifikatoren", und: "Der Spielraum einer Aussage ist gleich der Klasse ihrer Konfirmatoren", wobei unter einem "Falsifikator" bzw. einem "Konfirmator" jene singulären Aussagen ("Protokollaussagen") zu verstehen sind, welche die fragliche Aussage zu falsifizieren bzw. zu bestätigen vermögen.

Die Bedeutung des Informationsgehaltes kann wohl am besten an den zwei Extremfällen von Aussagen illustriert werden: an den tautologischen und den kontradiktorischen Sätzen. Eine Aussage ist tautologisch, wenn es für sie keine potentiellen Falsifikatoren gibt. Sie besitzt,wie das oben angeführte Beispiel, keinen Informationsgehalt und einen totalen Spielraum. Eine Aussage ist dagegen kontradiktorisch, wenn es für sie keine potentiellen Konfirmatoren gibt. Sie besitzt somit einen totalen Informationsgehalt, aber keinen Spielraum (OPP 1970 B, S.174). Das hat zur Konsequenz, dass durch die Forderung eines grösstmöglichen Informationsgehaltes die tautologischen Aussagen zwar ausgeschlossen würden, dass dies aber andererseits auf die Formulierung von kontradiktorischen Aussagen hinauslaufen würde. Das kann natürlich nicht als erstrebenswert angesehen werden, da sich aus einer

Kontradiktion logisch beliebige Sätze ableiten lassen (vgl. OPP 1970 B, S.175). Angesichts dieses Dilemmas formuliert OPP (1970 B, S.176) die folgende Maxime: "Wenn wir festsetzen, dass ein kontradiktorischer Satz den Informationsgehalt 1 - also den höchstmöglichen Informationsgehalt - hat, dann lautet das Kriterium: Der Informationsgehalt eines Satzes soll kleiner sein als 1, aber möglichst nahe bei 1 liegen."

Eine Anwendung des Kriteriums des Informationsgehaltes bedeutet somit, dass die Aussagen der Theorie auf ihre potentiellen Falsifikatoren untersucht werden. Finden wir Aussagen, welche nur potentielle Falsifikatoren besitzen (kontradiktorische Aussagen), oder solche, welche keine potentiellen Falsifikatoren enthalten (tautologische Aussagen), so können wir diese als irrelevant ausscheiden. Auf diese Elimination tautologischer und kontradiktorischer Aussagen muss sich eine theorieimmanente Untersuchung des Informationsgehaltes beschränken, da für alle dazwischen liegenden Fälle der Informationsgehalt nicht absolut, sondern bloss relativ (d.h. im Vergleich mit anderen Aussagen) sich ausdrücken lässt, wobei für diesen Vergleich des Informationsgehaltes zudem noch bestimmte Voraussetzungen gegeben sein müssen (vgl. dazu den letzten Abschnitt dieses Kapitels).

Damit reduziert sich nun die hier zu besprechende Fragestellung darauf, ob für Formalisierungen der Nachweis von Tautologien und Kontradiktionen leichter zu erbringen ist als für verbal formulierte Ansätze. Da eine Formalisierung (wie wir oben erwähnt haben) wenigstens potentiell immer die Chance beinhaltet, dass sie die logisch möglichen Ableitungen vollständig enthält und die Gewissheit liefert, dass diese Ableitungen grundsätzlich ermittelt werden können, wird die Suche nach den potentiellen Falsifikatoren, auf deren Basis tautologische und kontradiktorische Aussagen ermittelt werden können, offensichtlich erleichtert.

Ferner gewährleistet die mathematische Symbolik dank ihrer Knappheit (vgl. Kapitel III) prinzipiell viel bessere Einsicht in die logische Struktur als verbale Formulierungen, bei welchen leicht über tautologische oder kontradiktorische Aussagen hinweggelesen

wird. So referiert OPP (1970 B, S.209) eine durchaus harmlos klingende Passage von EASTON (1965, S.41-42), in welcher ausgeführt wird, dass nicht erfüllte Erwartungen einen Stimulus für ein Individuum darstellen können, Forderungen an das politische System zu stellen. Viele Erwartungen aber, ob erfüllt oder unerfüllt, werden gemäss EASTON niemals in Forderungen umgesetzt. Wäre diese Aussage formal niedergeschrieben worden, also $p \supset p \vee -q$, hätte sich der tautologische Charakter der Aussage von selber entlarvt, man hätte nicht darüber hinweglesen können, dass laut EASTON nicht erfüllte Erwartungen die Konsequenz haben, dass an ein politisches System Forderungen gestellt werden oder auch nicht. Bei komplexeren Formulierungen wird der Vorteil der Knappheit mathematischer Formulierungen inbezug auf die Entlarvung tautologischer und kontradiktorischer Aussagen noch wesentlich aktueller.

In der Praxis hängt das Erkennen tautologischer und kontradiktorischer Aussagen jedoch einmal mehr nicht nur von der Eindeutigkeit ab, mit welcher derartige Feststellungen gemacht werden können. Schon im Zusammenhang mit der Untersuchung einer Theorie auf ihre Folgerichtigkeit und Vollständigkeit haben wir darauf hingewiesen, dass zudem die Voraussetzung gegeben sein müsse, dass der potentielle Kritiker mit dem für die Formalisierung verwendeten mathematischen Instrumentarium vertraut ist. Da diese Voraussetzung häufig nicht gegeben ist, kann es geschehen, dass "durch eine Formalisierung der geringe Informationsgehalt einer Theorie verschleiert wird" (OPP 1970 B, S.234) und dieser Tatsache unter dem Eindruck der brillanten mathematischen Formulierung keine Beachtung geschenkt wird.

Tatsächlich realisierte Untersuchungen über Folgerichtigkeit und Vollständigkeit einer Theorie sowie über ihren Informationsgehalt führen insgesamt zu einer "Freilegung der logischen Struktur" der Theorie, für welche (wie wir gesehen haben) der Formalisierungsprozess wichtige Vorarbeiten bereits geleistet hat. Einsichten in die logische Struktur einer Theorie sind über das bis anhin Gesagte auch deshalb wichtig, weil daraus auf weitere Anwendungsbereiche der Theorie (bzw. der auf ihre logische Struktur reduzierten Theorie) geschlossen werden kann.

Zur Entdeckung kontradiktorischer Aussagen müssen wir an dieser Stelle noch eine Fussnote einschieben: Obwohl wir festgestellt haben, dass Formalisierungen in diesem Zusammenhang prinzipiell als positiv zu beurteilen sind, ist doch darauf hinzuweisen, dass die sicherste Strategie zur Aufdeckung interner Widersprüche den Weg einer Axiomatisierung der Theorie einzuschlagen hat. Die Untersuchung einer axiomatisierten Theorie auf interne Widersprüche vereinfacht sich nämlich wesentlich dadurch, dass man sich nun darauf beschränken kann, die Axiome der Theorie nach allfälligen Widersprüchen zu untersuchen (OPP 1970 B, S.237). Der Nachweis des Fehlens von Widersprüchen auf der Ebene der Axiome garantiert (unter der Voraussetzung ihrer regelkonformen Deduktion) auch automatisch die Widerspruchslosigkeit aller Ableitungen. In diesem Zusammenhang besitzt die Strategie einer Axiomatisierung soziologischer Theorien somit durchaus ihre Berechtigung.

Mit den Hinweisen auf die prinzipiellen Vorteile von Formalisierungen inbezug auf die immanente Ueberprüfung ihrer logischen Struktur und auf möglicherweise damit auftretende Gefahren wissen wir jedoch noch nichts darüber, wie dieses Potential in der Praxis tatsächlich ausgenützt worden ist. Es wäre nach dem oben Gesagten ja auch durchaus möglich, dass die Immunisierungstendenzen die prinzipiellen Erleichterungen einer Kritik vollständig neutralisieren oder sogar überdecken.

Wenn wir in der Literatur nur verhältnismässig wenige Hinweise auf Ueberprüfungen von Formalisierungen inbezug auf ihre logische Struktur auffinden können, dann hängt dies zunächst natürlich damit zusammen, dass dort im allgemeinen nur das bereits überprüfte Ergebnis der Theorienbildung festgehalten wird. Wir kennen deshalb nur jene erfolgreichen Ueberprüfungen im Zusammenhang mit einer Formalisierung ausformulierter verbaler Theorien, welche inhaltliche Konsequenzen in der Weise zeitigten, dass die Formalisierung zur tatsächlichen oder vermeintlichen inhaltlichen Verbesserung (jedenfalls einer Veränderung) einer bereits ausformulierten Theorie führte. Andererseits basiert der Sachverhalt, dass wir nicht sehr viele Beispiele derartiger Ueberprüfungen kennen, auch auf der

Qualität der bis heute entwickelten Formalisierungen. Allzu simple Formalisierungen lassen sich leicht aufgrund anderer Kriterien zurückweisen (v.a. durch einen groben Vergleich mit konkurrierenden verbalen Theorien), eine Analyse ihrer logischen Struktur drängt sich dann gar nicht erst auf.

Schliesslich spielt natürlich auch die bereits mehrfach erwähnte "Ghettoexistenz" mathematischer Ansätze eine Rolle, welche von mathematischen Soziologen für mathematische Soziologen formuliert werden und sich so einer intersubjektiven Ueberprüfung durch ein breiteres Fachpublikum faktisch entziehen. Trotzdem sind einige Beispiele bekannt geworden, welche belegen, wie die Formalisierung einer Theorie die Ueberprüfung ihrer logischen Struktur in Gang setzte, und dass sich aus dieser Kritik eine effektive inhaltliche Verbesserung der Theorie ergab. Im folgenden werden wir einige illustrative Beispiele kurz referieren.

Als das klassische Beispiel aus der Soziologie ist wohl die Formalisierung einiger Hypothesen von HOMANS durch SIMON (1952) zu bezeichnen. SIMON erbrachte dabei unter anderem den präzisen Nachweis, dass das Hypothesenbündel von HOMANS keineswegs in sich unabhängige Aussagen enthält, dass sich einige Hypothesen vielmehr aus anderen ableiten lassen. Damit zeigte diese Ueberprüfung von SIMON, dass einige Hypothesen für die von HOMANS deduzierten Ableitungen nicht notwendig gesetzt werden müssen.

Ebenfalls zu den klassischen Beispielen aus dem Bereiche der Soziologie im weiteren Sinne gehört die Uebersetzung der "Theorie des strukturellen Gleichgewichts" von HEIDER (1946) durch CARTWRIGHT und HARARY (1956) in die mathematische Theorie der Graphen. Im Rahmen dieses Prozesses konnten die Autoren einige Ambiguitäten der ursprünglichen Theorie aufzeigen und beseitigen (Verbesserung des Informationsgehaltes), und die Grundstruktur der verbalen Theorie herausarbeiten, wodurch sichtbar wurde, dass diese Theorie sich nicht bloss auf kognitive Strukturen (wie bei HEIDER) anwenden lässt, sondern ebenso auf Kommunikationsstrukturen, Machtstrukturen, Orientierungssysteme etc. Ferner drängte sich nach der Ein-

führung von Wahrscheinlichkeitsaussagen die Bildung eines neuen Konzeptes (jenes des sogenannten "Gleichgewichtsgrades") auf.

Diese klassischen Beispiele sind in der Literatur häufig besprochen worden, so dass wir uns mit diesen knappen Hinweisen begnügen können. Bei unserem letzten Beispiel handelt es sich dagegen um neuere Arbeiten, weshalb wir etwas eingehender darauf eingehen wollen.

Aufgrund empirischer Ergebnisse hatte BLAU (1970) versucht, eine Theorie zum Phänomen der Differenzierung in Organisationen auszuarbeiten. Diese basiert auf den folgenden zwei grundlegenden Generalisierungen: (I) Zunehmende Organisationsgrösse führt in abnehmendem Ausmass zu einer Differenzierung auf allen Organisationsebenen. (II) Differenzierung vergrössert die administrative Komponente der Organisation, welche die Koordination zu gewährleisten hat. Aus diesen zwei Generalisierungen, in welchen die Organisationsgrösse als die wesentliche unabhängige Variable auftritt, wurden durch BLAU insgesamt neun Propositionen abgeleitet, sechs davon aus der Generalisierung (I), aus Generalisierung (II) die restlichen drei. Eine aus (I) abgeleitete Proposition lautet beispielsweise: Mit zunehmender Organisationsgrösse nimmt ihr Grenzeffekt auf die Differenzierung ab. Aus (II) leitet BLAU unter anderem die folgende Proposition ab: Durch die sich aus ihrer Grösse ergebenden Differenzierung der Organisation vergrössert sich indirekt das administrative Personal. HUMMON (1971) und MEYER (1971) versuchten unabhängig voneinander, die von BLAU vorgeschlagene Theorie (bestehend aus den zwei Generalisierungen und den neun Propositionen) zu formalisieren.

HUMMON übersetzte zunächst die Aussagen von BLAU in mathematisch formulierte Axiome und konnte unter anderem aufzeigen, dass für einige Propositionen zusätzliche Bedingungen einzuführen sind, und dass sich namentlich die achte Proposition von BLAU aus seiner zweiten Generalisierung nicht herleiten lässt (Nachweis mangelnder Folgerichtigkeit von Ableitungen). In einer zweiten Stufe führte HUMMON die Aussagen von BLAU auf generellere Axiome zurück (Vereinfachung der logischen Struktur), womit die Theorie über die Einführung von Differentialgleichungen zudem dynamisiert und ihre Aussage-

kraft erhöht wurde. Dieser Effekt wurde dadurch erreicht, dass die Differenzierung und die Organisationsgrösse (bei BLAU eine unabhängige Variable) als Funktion des Arbeitsvolumens und der Aufgabenzahl der Organisation dargestellt wurden. Diese wurden ihrerseits als Funktionen der Zeit gesetzt. Ferner konnte HUMMON eine zusätzliche Konsequenz herleiten (die durchschnittliche Grösse der administrativen Komponente nimmt zunehmend mit einer Zunahme der Organisationsgrösse zu), welche von BLAU (1971) allerdings abgelehnt wurde.

MEYER dagegen ging von der Frage aus, ob sich nicht eine Vereinfachung der Theorie von BLAU bewerkstelligen lasse, wenn neben die BLAUsche Annahme der Linienorganisation in Organisationen die zusätzliche Annahme des symmetrischen Aufbaus der Organisation auf allen Stufen gesetzt wird. Diese von BLAU (1971) allerdings materiell kritisierte Annahme verhalf MEYER tatsächlich zu einer vereinfachten Theorie, welche beinahe alle bei BLAU (1970) enthaltenen Ableitungen herzuleiten ermöglicht und welche aufzeigt, dass die Propositionen 2, 3, 4 und 5 (unter der Annahme der Symmetrie)äquivalent sind, drei Propositionen folgen stets aus der vierten ("Nachweis" einer Tautologie).

Diese Beispiele illustrieren, dass die Mathematik tatsächlich eine kritische Funktion bei der Ueberprüfung der logischen Struktur soziologischer Theorien übernommen hat (ähnliche Beispiele sind auch aus anderen wissenschaftlichen Disziplinen bekannt; vgl. z.B. die Modifikation der Gleichgewichtstheorie von WALRAS 1874 und 1877 durch den ungarischen Mathematiker WALD 1936). Darüber hinaus zeigen namentlich unsere beiden letzten Beispiele, dass diese Ueberprüfung nicht einen bloss defensiven Charakter besitzen muss, dass es dabei offensichtlich nicht einfach darum geht, die Böcke von den Schafen zu trennen. Vielmehr können diese Ueberprüfungen auch zur Formulierung neuer Ergebnisse führen. Nicht unzutreffend spricht NAPOLEONI (1968, S.94) in diesem Zusammenhang von einer Funktion der Mathematik für die "Selbstreflexion der Theorie".

Auf der anderen Seite steckt namentlich die Arbeit von MEYER die Grenzen derartiger Ueberprüfungen deutlich ab: Sobald der Prozess der Formalisierung mit der Setzung neuer Prämissen einhergeht, kann diese nicht mehr für eine Ueberprüfung der logischen Struktur der ursprünglichen Theorie herangezogen werden. So ist etwa der MEYERsche Tautologie-Nachweis für die Theorie von BLAU irrelevant. Schliesslich zeigt die Diskussion zwischen BLAU, HUMMON und MEYER die Kommunikationsschwierigkeiten auf, welche einer Verständigung zwischen mathematisch versierten und mathematisch weniger geschulten Soziologen entgegenstehen.

DIE UEBERPRUEFUNG DER EMPIRISCHEN HALTBARKEIT EINER THEORIE:

Die Frage nach der empirischen Haltbarkeit einer soziologischen Theorie stellt sich grundsätzlich für jede Theorie, so beispielsweise auch für normative Theorien, bei welchen zu überprüfen ist, ob die Voraussetzungen des normativen Theoriengebäudes sich auf empirische Erfahrungsgehalte abstützen. Andererseits wissen wir, dass Theorien durch Aussagen über empirische Sachverhalte nie endgültig bestätigt werden können, dass sogar prinzipiell falsche Theorien Ableitungen hervorbringen können, welche sich als empirisch richtig erweisen (BLAU 1971, S.305). Deshalb ist unsere Frage ganz besonders relevant, welche Bedeutung der Mathematik für die Durchführung dieser "faktischen Kritik" (OPP 1970 B, S.274) an soziologischen Theorien zukommt, ob also eine Formalisierung (wie dies etwa ALKER 1965, S.54, behauptet hat) leichter oder sicherer auf ihre empirische Wahrheit untersucht werden kann als eine verbal formulierte Theorie.

Dazu lassen sich einige bereits im vorangehenden Abschnitt angeführte Feststellungen heranziehen. Dort haben wir darauf hingewiesen, dass eine Formalisierung inbezug auf ihre immanente logische Vollständigkeit relativ leicht und eindeutig überprüft werden kann, und dass bei Formalisierungen tautologische und kontradiktorische Formulierungen prinzipiell weniger leicht verdeckt werden können als bei verbalen Ausführungen. Je mehr Ableitungen einer Theorie ausformuliert sind, welche sich in eine Beobachtungsprache übersetzen lassen, desto grösser ist die grundsätzliche Falsifizierbarkeit der Theorie, wobei für die Falsifizierungsversuche der Theorie natürlich nicht die absolute Anzahl der Ableitungen relevant ist, sondern die explizite Ausformulierung jener strategischen Ableitungen, an welchen eine Falsifizierung besonders wahrscheinlich ist. Falls keine derartige Ableitungen vorhanden sind, oder bloss solche in kontradiktorischer oder tautologischer Form, sind Versuche zur empirischen Verifizierung oder Falsifizierung der Theorie unmöglich oder sinnlos. Diese sich aus der Ueberprüfung der logischen Struktur für die empirische Ueberprüfung ergebenden Vorteile sind somit nicht zu bestreiten.

Darüber hinaus gibt es jedoch einige Autoren, welche eine Formalisierung gegenüber verbal formulierten Theorien inbezug auf ihre empirische Ueberprüfbarkeit grundsätzlich auch deshalb im Vorteil sehen, weil Formalisierungen speziell in Hinsicht auf ihre empirische Ueberprüfung formuliert werden können (BLALOCK 1969, S.8; vgl. auch ZETTERBERG 1967, S.90). BLALOCKS (1969, S.8 und S.64) Hauptanliegen besteht ja gerade darin, mit Hilfe der von ihm entwickelten Methode der Konstruktion von Kausalmodellen Theorien so zu formulieren, dass sie empirisch getestet werden können, und dass aus diesem Test auch exakt hergeleitet werden kann, in welcher Richtung die Theorie allenfalls zu modifizieren ist. Bereits im vorangehenden Kapitel haben wir erwähnt, dass BLALOCK bei der Realisierung dieses Anliegens immer wieder unter Zugszwang gerät, indem er zu methodisch bedingten Annahmen und Vereinfachungen gezwungen wird. Wesentlich ist nun die Einsicht BLALOCKS, dass selbst diese Vereinfachungen die Möglichkeit einer Ueberprüfung der Theorie noch keineswegs gewährleisten, weshalb er für die empirische Ueberprüfung relativ komplexer und genereller Theorien die Formulierung von sogenannten "Hilfstheorien" vorsieht. Diese Hilfstheorien stellen gewissermassen "Operationalisierungen" der ursprünglichen Theorien dar. Sie sind es, welche einer empirischen Ueberprüfung unterzogen werden, über sie kann mit optimaler "Sicherheit" ausgesagt werden, ob sie den bekannten Aussagen über empirische Fakten entsprechen oder nicht. Der Schluss von der Verifizierung oder Falsifizierung der Hilfstheorie auf die ursprüngliche Theorie darf jedoch nicht direkt gezogen werden, da zwischen den beiden Theorien eine Vielzahl von Schritten liegt, deren empirische Konsequenzen nicht unmittelbar beurteilt werden können. Das bedeutet, dass dieser von BLALOCK angeführte Vorteil von Formalisierungen bloss ein vermeintlicher ist, können doch auch verbale Theorien durchaus so umgegossen werden, dass ihre empirische Ueberprüfung verhältnismässig leicht und eindeutig durchgeführt werden kann. In beiden Fällen bezieht sich die Ueberprüfung bloss auf die Endformulierung der Theorie, in beiden Fällen kann aus dem Ergebnis der empirischen Ueberprüfung auch nicht direkt abgelesen werden, in welcher Richtung die ursprüngliche Theorie allenfalls zu modifizieren ist, da sich nicht unmittelbar ausmachen lässt, ob die einzelnen

Operationalisierungsschritte oder die ursprüngliche Theorie das Ueberprüfungsergebnis bewirkt haben.

Ueberhaupt lässt sich leicht einsehen, dass die grundsätzlichen Schwierigkeiten einer empirischen Ueberprüfung verbaler Theorien auch für Formalisierungen zutreffen. Diese bestehen in erster Linie darin, dass als kritische Instanz der empirischen Ueberprüfung nie die Empirie selbst (die Tatsachen an sich), sondern stets bloss Aussagen über Tatsachen eingesetzt werden können. Die Frage ist bloss, ob diese Aussagen über Tatsachen mit verbalen theoretischen Formulierungen oder mit Formalisierungen besser konfrontiert werden können.

Da die Formalisierungen aus mathematischen Symbolen bestehen, welche für die empirische Ueberprüfung inhaltlich zu interpretieren sind, also verbal gedeutet werden müssen, scheint in beiden Fällen die Situation identisch zu sein. Bekanntlich sagt die Verwendung mathematischer Symbole nichts über ihre inhaltliche Präzision und ihren Operationalisierungsgrad aus (vgl. Kapitel II und III), halb es vorkommen kann, dass inhaltlich wenig präzisierte Symbole erst in Hinblick auf die empirische Ueberprüfung inhaltlich gefüllt werden, oder dass sich bestimmte Symbolkomplexe inhaltlich gar nicht mehr deuten lassen. Die Operationalisierungsschwierigkeiten bei Formalisierungen unterscheiden sich also grundsätzlich kaum von jenen bei verbalen Theorien.

Eine spezielle Schwierigkeit für die empirische Ueberprüfung von Formalisierungen ergibt sich jedoch daraus, dass Art und Qualität der empirischen Informationen durch den mathematischen Ansatz oft streng vorgeschrieben werden. SNIDER (1955, S.73) hat beispielsweise zugegeben, dass die Anwendung der mathematischen Theorie der Spiele durch die Abwesenheit der benötigten "Daten" begrenzt werde. Deshalb muss man mit HACKER (1967, S.144) tatsächlich den Sinn derartiger Bemühungen überlegen: "The 'data' needed to apply game theory to the Supreme Court or the Cold war are of such an order that they will never be secured. Whether it is worth refining the mathematics of the model, given the futility of the whole enterprise, is a serious question." Diese Schwierigkeiten führen oft dazu,

dass Formalisierungen von ihren Schöpfern als bloss hypothetische Konstruktionen deklariert werden, und ihre empirische Ueberprüfung als nicht zur Diskussion stehend ausgeklammert wird. So hat beispielsweise MARCH (1957) mehrmals betont, dass selbstverständlich kein Bedürfnis bestehe ("there is no need ..."), die von ihm entwickelten Formalisierungen empirisch zu füllen.

In diesen Zusammenhang gehört auch das häufige (aber nicht notwendige; vgl. Kapitel III) Erfordernis, dass die Aussagen über Tatsachen in quantifizierter Form vorliegen müssen. Falls die Aussagen über die Tatsachen nicht quantifiziert vorliegen, müssen sie mittels einer Skalierungstechnik in eine quantitative Form gebracht werden. Hinter dem Skalierungsprozess stehen aber jeweilen gewisse Annahmen, deren empirische Haltbarkeit nicht oder jedenfalls nicht umfänglich zu belegen ist (vgl. dazu die kritischen Bemerkungen von SOROKIN 1966, S.114-115, sowie von RITSERT und BECKER 1971, S.59-62). In diesem Falle ist dann die Bedeutung der Rede von der Konfrontation der Theorie mit den Tatsachen nicht mehr ohne weiteres auszumachen.

Im einzelnen besteht zudem die stete Gefahr, dass die Schwierigkeiten der Operationalisierung bei Formalisierungen durch die mathematische Formulierung vertuscht werden. Eine weitere Barriere für die empirische Ueberprüfung von Formalisierungen setzen die bereits mehrfach erwähnten Schwierigkeiten, die sich daraus ergeben, dass Formalisierungen dem Soziologen häufig intellektuell nur schwer zugänglich sind. Sowohl für die potentiellen Vorteile als auch für die möglichen Nachteile von Formalisierungen für die empirische Ueberprüfung lassen sich Beispiele anführen. Ob diese oder jene im konkreten Fall tatsächlich zum Zuge kommen, lässt sich kaum allgemein festhalten.

DIE UEBERPRUEFUNG DER RELATIVEN RELEVANZ EINER THEORIE:

Die Ueberprüfung einer Theorie auf ihre relative Relevanz hin liefert keine Aussage über die grundsätzliche Haltbarkeit der betreffenden Theorie. Die Theorie kann sich durchaus durch eine optimale empirische Bestätigung sowie durch eine über jede Kritik erhabene logische Struktur auszeichnen und gleichwohl eine geringe relative Relevanz besitzen. Der Relevanzbegriff ist ein Relationsbegriff. Eine Theorie kann offensichtlich nicht an sich relativ relevant sein, sondern nur inbezug auf etwas. Die Frage ist: inbezug auf was?

Wir gehen im folgenden davon aus, dass zwei Bezugspunkte für die Bestimmung der relativen Relevanz zu berücksichtigen sind: Zum einen muss die betreffende Theorie mit konkurrierenden Theorien verglichen werden. Falls die fragliche Theorie abgesehen von terminologischen oder darstellerischen Unterschieden nicht von einer bestehenden Theorie zu unterscheiden ist, also keinen inhaltlichen Originalitätswert besitzt, falls sie sich über einen geringeren Informationsgehalt ausweist oder durch eine bestehende generellere Theorie eingeschlossen wird, falls also der durch unsere Theorie eingefasste Tatbestand durch eine bereits existierende Theorie gleich gut oder besser erklärt wird, werden wir unserer Theorie eine nur geringe relative Relevanz zusprechen können. Dieser Schluss gilt selbstverständlich nur unter der ceteris paribus-Klausel, könnte es doch sein, dass die neu formulierte Theorie insofern einen Fortschritt bedeutet, als sie dank ihrer Formulierung eine bessere empirische Ueberprüfung zulässt.

Zum anderen haben wir unsere Theorie mit dem Wissen um die zu lösenden Probleme zu vergleichen. Auch wenn überhaupt keine konkurrierenden Theorien vorliegen, kann die fragliche Theorie eine nur geringe relative Relevanz aufweisen, dann nämlich, wenn sie das Problem, mit welchem sie sich befasst, nur zu einem geringen Teil zu lösen vermag. Der zweite Aspekt dieses Vergleiches muss sodann im Versuch einer Einordnung des durch die Theorie behandelten Problemes in den Rahmen unserer gesellschaftlichen Situation

bestehen. Um der Theorie eine hohe relative Relevanz zuordnen zu können, müsste aufgezeigt werden, dass das von ihr gelöste Problem einem zentralen gesellschaftlichen Problembereich zugehörig ist.

Es ist offensichtlich, dass namentlich der zuletzt erwähnte Aspekt, aber auch alle anderen, die relative Relevanz einer Theorie ausmachenden Dimensionen nie zu einer Zurückweisung der Theorie an sich führen können. Das gilt beispielsweise auch für eine Theorie, die überhaupt keinen Originalitätswert besitzt, die also über genau denselben Informationsgehalt verfügt wie eine bestehende Theorie, und somit eine blosse Wiederholung darstellt, da durch eine Wiederholung eine Nachricht bloss ihren Informationswert verliert, nicht aber ihren Sinn (LUHMANN 1971, S.41; vgl. dazu auch FREGE 1966, S.41). Aussagen über die relative Relevanz einer Theorie sagen also nie etwas über ihre Haltbarkeit aus, sondern sind bloss als (wie wir allerdings meinen: notwendige) Versuche zu werden, den Stellenwert der Theorie nach verschiedenen Bezugspunkten festzumachen.

Fragen wir also zunächst, ob eine mathematisch formulierte Theorie ihren Vergleich mit konkurrierenden Theorien erleichtert. Auf die diesbezüglichen Vorteile von Formalisierungen haben beispielsweise COLEMAN (1960, S.132), BUNGE (1967 B, S.476) und OPP (1970 B, S.234) hingewiesen.

Diese grundsätzlich unbestreitbaren Vorteile basieren darauf, dass die logische Struktur von Formalisierungen besonders leicht einsichtig ist. Deshalb müsste sich ohne Schwierigkeiten unmittelbar feststellen lassen, ob unsere Theorie durch eine andere Theorie bereits eingeschlossen wird. Als Hauptinstrument für den Vergleich zweier konkurrierender Theorien bietet sich die Analyse ihres Informationsgehaltes an. Tatsächlich ist dessen Bestimmung aber mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, ist sie doch nur dann überhaupt möglich, wenn der sogenannte "Gehalt" der beiden Theorien verglichen werden kann ("wenn die potentiellen Falsifikatoren identisch sind oder in der Klassen-Teilklassenbeziehung zueinander stehen"; OPP 1970 B, S.181).

Selbst in jenen allerdings relativ seltenen Fällen, wo eine Formalisierung mit einer konkurrierenden formalisierten Theorie zu vergleichen ist (wie z.B. bei den im II. Kapitel erwähnten Mobilitätstheorien), muss für die Bestimmung dieses "Gehaltes" auf die Bedeutung der in der Formalisierung auftretenden Symbole rekurriert werden. Dazu kommt erneut, dass für einen solchen Vergleich im allgemeinen (wenn für die Formalisierungen verschiedene mathematische Ausdrucksformen verwendet worden sind, was den Normalfall darstellen dürfte) erhebliche mathematische Kenntnisse vorausgesetzt werden.

In der Praxis werden die Vorteile von Formalisierungen dadurch wesentlich eingeschränkt, dass wir diese auch mit verbal formulierten Theorien vergleichen müssen (so muss z.B. unsere formalisierte Mobilitätstheorie auch mit den klassischen verbal formulierten Mobilitätstheorien verglichen werden), wobei für diesen Vergleich im allgemeinen auch inhaltliche Aussagen zu berücksichtigen sind, welchen formal nicht den Charakter einer Theorie zugesprochen wird. Falls wir ferner davon ausgehen, dass die Soziologie (wegen der im ersten Kapitel erwähnten inhärenten Grenzen der mathematischen Sprache) nie in der mathematischen Soziologie aufgehen sollte, wird dieser zur Diskussion stehende Vorteil von Formalisierungen auch nie eine wesentliche Bedeutung gewinnen. Stets werden für den Vergleich verbal formulierte Theorien vergleichbar gemacht werden müssen, wobei nach dieser Umformulierung der Vergleich an Sicherheit verlieren wird.

Abschliessend wäre noch die Frage zu beantworten, ob eine Formalisierung mit dem Wissen um die zu lösenden Probleme besser verglichen werden kann als eine verbal formulierte Theorie. Dazu ist zunächst der von HEMPEL und OPPENHEIM (1936, Kapitel 4) verwendete Begriff der "Problemlösungskapazität" einer Theorie einzuführen.

Die beiden Autoren gehen von der Konstruktion einer alle soziologischen Fragestellungen beantwortenden allgemeinen und umfassenden Theorie aus. Diese bloss gedachte Konstruktion wird als Vergleichsmassstab für die Beurteilung der vorhandenen theoretischen Ansätze genommen. Eine Theorie ist dann umso relevanter, je näher sie der

gedachten "Totaltheorie" kommt. Die Frage, welches die Problemlösungskapazität einer Theorie ist, kann natürlich nicht präzise angegeben werden. Als heuristisches Hilfsmittel sind derartige Ueberlegungen für die Beurteilung einer Theorie dessen ungeachtet wertvoll.

Kompliziert wird das Verfahren aber dann, wenn der Soziologe nicht bereit ist, die durch verschiedene Theorien beantworteten Fragen ungewichtet am von HEMPEL und OPPENHEIM vorgeschlagenen Massstab zu messen, wenn er nicht bloss die Quantität der durch verschiedene Theorien gelösten Probleme vergleichen möchte, sondern eine qualitative Gewichtung der einzelnen Probleme vorzunehmen versucht, indem er diese in den Rahmen der heutigen gesellschaftlichen Situation stellt. Die annäherungsweise Bestimmung der (gewichteten oder ungewichteten) Problemlösungskapazität einer Theorie ist offensichtlich umso einfacher, je klarer eine Theorie formuliert und je intelligibler sie ist.

Die Problemlösungskapazität von Formalisierungen scheint deshalb zunächst leichter zu bestimmen zu sein, als jene verbaler Theorien, setzt sich eine Formalisierung doch aus einem Bündel geordneter und vollständiger Aussagen zusammen. Auf der anderen Seite wissen wir aber namentlich aus unserem ersten Kapitel, dass durch eine Formalisierung die Unklarheit der verwendeten Begriffe auch leicht verschleiert werden kann, wir wissen auch, dass Formalisierungen intellektuell relativ schwer zugänglich sein können. Deshalb ist die Frage, ob eine Formalisierung einer verbalen Theorie inbezug auf die Bestimmung ihrer Problemlösungskapazität überlegen ist, generell nicht entscheidbar; positive und negative Beispiele lassen sich in allen wissenschaftlichen Disziplinen finden (vgl. z.B. die Diskussion des Birkhoff-Theorems durch SCHWARTZ 1962, S.359-360).

V. Kapitel Zusammenfassung:

Ueber die wissenschaftlichen Konsequenzen einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik

Der Zweck dieses Kapitels besteht darin, die in den vorangehenden Detaildiskussionen doch möglicherweise etwas verschütteten Hauptergebnisse unserer Untersuchungen zusammenzufassen und die dazu führenden grundlegenden Argumentationslinien deutlich zu machen. Das bedeutet, dass die nun folgenden Ausführungen nicht über die vorangehend dargestellten Einsichten hinausreichen. Wir streben zudem keine möglichst vollständige Zusammenfassung an, sondern halten uns selektiv an jene Argumentationen und Ergebnisse, welche uns auf dem Hintergrund unserer Fragestellung besonders relevant erscheinen. Um tatsächlich knapp formulieren zu können, soll die Zusammenfassung in einzelne Thesen aufgegliedert werden. Das hat zur Konsequenz, dass detailliertere Begründungszusammenhänge verloren gehen, und dass auf die Anführung einzelner Belege für unsere Thesen verzichtet werden muss. Dazu verweisen wir auf die Detaildiskussionen der einzelnen Kapitel. Ferner erhalten einzelne isoliert betrachtete Thesen leicht den Charakter apodiktischer Aussagen. Damit eine einzelne These richtig interpretiert werden kann, müssen stets die inhaltlich zu ihr in einer Beziehung stehenden weiteren Thesen mitberücksichtigt werden. Der die verschiedenen Opfer wettmachende Vorteil unserer Form der Zusammenfassung sehen wir darin, dass sie uns ermöglicht, tatsächlich knapp und explizit zu formulieren.

Einleitend skizzieren wir die Problemlage unserer Arbeit und die Art und Weise, in welcher wir diese angegangen haben. Um allfällige Missverständnisse zu vermeiden, wollen wir anschliessend einige Konventionen unserer Arbeit explizit anführen. Dann sollen die wichtigsten Merkmale der mathematischen Soziologie der Gegenwart zusammengefasst werden. Daran schliessen sich einige für unsere Problemstellung relevante Eigenheiten der gegenwärtigen soziologischen Theorie an. Die folgenden Thesen befassen sich mit für unsere Argumentation wichtigen Einsichten zur Mathematik und zur Mathematisierung der Soziologie im allgemeinen, sowie mit im

Vergleich zur verbalen Sprache relevanten Merkmalen der mathematischen Sprache. Auf die Funktion der Mathematik inbezug auf die von uns unterschiedenen drei Phasen des Theorienbildungsprozesses beziehen sich die nächsten drei Thesengruppen, wobei wir in diese Zusammenstellung auch allfällige Disfunktionen einschliessen. Unsere Zusammenfassung wird abgerundet durch einige Postulate, welche sich aufgrund der vorangehend skizzierten Ueberlegungen aufdrängen.

1 Problemlage

1.1 Die Frage nach dem Nutzen der Mathematik für die Soziologie ist umstritten.

1.2 Da die Mathematik in der Soziologie eine heute bereits nicht mehr zu übersehende Rolle spielt, scheint ein Versuch zur Klärung dieser Frage sinnvoll.

1.3 Das bedingt, dass wir uns vergegenwärtigen,
(a) durch welche speziellen Eigenschaften die Mathematik sich auszeichnet, und
(b) welche Relevanz diesen Eigenschaften inbezug auf die Soziologie zukommt.

1.4 Da die Mathematik dem Soziologen in ihrer Eigenschaft als Sprache entgegentritt, lautet die eine Frage somit, durch welche Eigenschaften sich die mathematische Sprache auszeichnet.

1.5 Dabei ist allerdings stets im Auge zu behalten, dass die Mathematik nicht eine homogene Sprache darstellt, sondern sich aus einem ganzen Bündel sprachlicher Ausdrucksformen zusammensetzt.

1.6 Die Antwort auf die Frage nach der Relevanz der sprachlichen Eigenheiten der Mathematik inbezug auf die Soziologie bestimmt sich nach den Anforderungen, welche von der Soziologie an eine wissenschaftliche Sprache gestellt werden. Diese Anforderungen werden von den Soziologen, je nach ihrer wissenschaftstheoretischen Position, unterschiedlich formuliert.

1.7 Wollen wir die Analyse nicht durch eine dogmatische Festsetzung unserer wissenschaftstheoretischen Position vorzeitig beschneiden, müssen wir die Frage nach der Relevanz neu formulieren. Wir tun dies in der Weise, dass wir die Eigenheiten der mathematischen Sprache an den Funktionen messen, welche der mathematischen Sprache inbezug auf die Soziologie zugeschrieben werden.

1.8 Die potentiellen Funktionen der mathematischen Sprache können sich auf den gesamten Prozess der Theorienbildung beziehen.

1.9 Der Prozess der Theorienbildung soll analytisch in die drei Phasen des Entwerfens, des Ausformulierens und des Ueberprüfens soziologischer Theorien aufgegliedert werden.

1.10 Unsere Untersuchungen werden sich sowohl an
(a) metamathematischen Erkenntnissen als auch an
(b) den konkret ausformulierten Arbeiten der mathematisierten Soziologie orientieren.

2 Konventionen

2.1 Unter Mathematik verstehen wir hier alle jene wissenschaftlichen Ansätze, welche von den Mathematikern der Gegenwart unter diesen Ausdruck subsummiert werden. Die von der übrigen Mathematik nicht scharf abzugrenzenden Bereiche der Statistik, der Stichprobentheorie und der Skalierungstechniken sowie der formalen Logik stehen nicht im Vordergrund der Diskussion und werden allenfalls bloss akzidentell einbezogen. Auf eine formelle definitorische Eingrenzung von "Mathematik" glauben wir für unsere Arbeit verzichten zu können.

2.2 Unter Soziologie verstehen wir hier alle jene wissenschaftlichen Ansätze, welche von den Soziologen der Gegenwart unter diesen Ausdruck subsummiert werden. Grenz- und Nachbargebiete wie etwa die Sozialpsychologie, die Oekonomie und die Politikwissenschaft stehen nicht im Vordergrund der Diskussion und werden bloss akzidentell einbezogen. Auf eine formelle definitorische Eingrenzung von "Soziologie" glauben wir für unsere Arbeit verzichten zu können.

2.3 Unter einer Sprache verstehen wir alle jene Systeme menschlicher Ausdrucksformen, welche von den Sprachwissenschaftlern der Gegenwart unter diesen Ausdruck subsummiert werden. Obwohl sich die Mathematik nicht auf ihre sprachlichen Aspekte reduzieren lässt, gilt sie auch als eine Sprache. Wie alle anderen Sprachen kann sie unter den Gesichtspunkten eines Kommunikations- und eines Denkinstrumentes betrachtet werden.

2.4 Von einer Formalisierung der Soziologie oder soziologischer Aussagen sprechen wir immer dann, wenn soziologische Aussagen in mathematischer Sprache formuliert werden.

2.5 Von einer Mathematisierung der Soziologie oder soziologischer Aussagen sprechen wir immer dann, wenn der Soziologe die Mathematik im Zusammenhang mit seiner wissenschaftlichen Tätigkeit verwendet. Der Ausdruck "Mathematisierung" schliesst jenen einer "Formalisierung" ein.

2.6 Unter einer Axiomatisierung der Soziologie oder soziologischer Theorien verstehen wir die Formulierung soziologischer Theorien nach dem Muster der hypothetisch-deduktiven Theorien. Die Mathematisierung oder Formalisierung der Soziologie setzt ihre Axiomatisierung nicht voraus und umgekehrt.

2.7 Unter der heuristischen Funktion der Mathematik subsummieren wir die vorteilhaften Konsequenzen, welche sich aus dem Einsatz der Mathematik im Zusammenhang mit dem Entwerfen soziologischer Theorien ergeben.

2.8 Unter der linguistischen Funktion der Mathematik subsummieren wir die vorteilhaften Konsequenzen, welche sich aus dem Einsatz der Mathematik im Zusammenhang mit der Ausformulierung soziologischer Theorien ergeben.

2.9 Unter der kritischen Funktion der Mathematik subsummieren wir die vorteilhaften Konsequenzen, welche sich aus dem Einsatz der Mathematik im Zusammenhang mit der Ueberprüfung soziologischer Theorien ergeben.

3 Zur mathematischen Soziologie der Gegenwart

3.1 Die Mathematik wird heute grundsätzlich in allen Phasen des Prozesses der soziologischen Theorienbildung eingesetzt, wenn auch mit unterschiedlicher Häufigkeit und unterschiedlichem Erfolg.

3.2 Die Mathematik hat heute beinahe alle soziologisch relevanten Fragestellungen infiltriert.

3.3 Heute werden in der Soziologie moderne und komplexe mathematische Methoden eingesetzt.

3.4 Bereits werden für die Soziologie oder die Sozialwissenschaften eigens neue mathematische Ansätze konzipiert oder bestehende Ansätze weiterentwickelt.

3.5 Die Verbindung von Soziologie mit Mathematik ist an verschiedenen Universitäten bereits institutionalisiert worden. Trotzdem hat sich die mathematische Soziologie von der verbalen Soziologie isoliert und führt auch heute noch eine eigentliche Ghettoexistenz.

3.6 Diese Isolation kann als Ursache dafür und/oder als Folge davon angesehen werden, dass viele Arbeiten aus der mathematischen Soziologie dazu tendieren, die Verwendung der Mathematik als Selbstzweck zu üben.

3.7 Deshalb scheinen die Beiträge der mathematischen Soziologie für die Soziologie insgesamt als materiell bescheiden.

3.8 Da der für eine Verwendung der Mathematik in der Soziologie zu leistende Aufwand erheblich ist, muss deshalb im allgemeinen von einem Missverhältnis zwischen Aufwand und Ertrag der mathematischen Soziologie gesprochen werden.

3.9 Insbesondere hat die Verwendung der Mathematik in der Soziologie eine bestimmte Art der Theorienbildung begünstigt, so namentlich die Formulierung von Theorien, welche

(a) dem operativ-erklärenden Vorgehen der Mathematik angepasst sind, sich
(b) auf eine geschichtslos-statische Betrachtungsweise beschränken und
(c) vorwiegend mit quantitativen Grössen operieren.

3.10 Die Verwendung der Mathematik in der Soziologie ist gleichwohl keineswegs automatisch mit der Akzeptierung oder Ablehnung bestimmter wissenschaftstheoretischer und/oder gesellschaftspolitischer Postulate verbunden, obwohl in dieser Beziehung einige allerdings nicht notwendige empirische Zusammenhänge festzustellen sind.

4 Zum Stand der soziologischen Theorie

4.1 Sollen die Eigenschaften der mathematischen Sprache auf ihre Funktionalität inbezug auf die soziologische Theorienbildung untersucht werden, muss der aktuelle Stand der soziologischen Theorienbildung mitbedacht werden.

4.2 Zunächst ist zu beachten, dass sich in der Soziologie wohl die allgemeine Verwendung einer grösseren Anzahl grundlegender Begriffe (wie: Rolle, Sozialisation, Institution etc.) durchgesetzt hat, dass ein einheitlicher Gebrauch selbst dieser Begriffe jedoch nicht festzustellen ist. Deshalb kann von der Existenz eines einheitlichen soziologischen Begriffsapparates kaum gesprochen werden.

4.3 Der unterschiedliche Gebrauch grundlegender Begriffe hängt auch damit zusammen, dass verschiedene soziologische Schulen nebeneinander existieren. Deshalb liegt das soziologische Wissen nicht integriert in zusammenhängenden Theoriensystemen vor, deshalb können konkurrierende und allenfalls sogar widersprüchliche Theorien ohne Konfrontation nebeneinander existieren, deshalb ist schliesslich auch der Stock des allgemein anerkannten und gesicherten soziologischen Wissens recht unbedeutend.

4.4 Diese Faktoren haben unter anderem zweifellos auch dazu beigetragen, dass die einzelnen verbal ausformulierten soziologischen Theorien sich häufig durch eine auffällige Unklarheit auszeichnen.

4.5 Diese Feststellungen zum Stand der soziologischen Theorie lassen bereits erkennen, dass die Verwendung der Mathematik in

der Soziologie auf besondere Schwierigkeiten stösst, da die Mathematik nicht einfach auf die Soziologie angewendet werden kann, weil die Soziologie nicht existiert.

5 Zur Mathematik und zur Mathematisierung der Soziologie

5.1 Wie jede Wissenschaft steht auch die Mathematik nicht jenseits der Frage nach ihrer Begründung. Die Fundamente der Mathematik sind heute dem Mathematiker selbst fragwürdig geworden.

5.2 Die Notwendigkeit einer Begründung der Mathematik ergibt sich auch deshalb, weil in jeder mathematischen Theorie Sätze formuliert werden können, welche in dieser nicht beweisbar sind, weil in der Mathematik selbst also nicht nur wahrheitsfunktionale Aussagen auftreten, und diese somit nicht frei ist von jeglicher Metaphysik.

5.3 Wie jede Wissenschaft, stellt auch die Mathematik eine Potentialität dar. Sie kann deshalb nicht bloss anhand der zur Zeit explizit ausformulierten mathematischen Ansätze hinreichend beurteilt werden.

5.4 Die Mathematik hat sich bis in die letzten Jahrzehnte fast ausschliesslich in engem Kontakt mit den Naturwissenschaften entwickelt. Gerade deshalb ist der Gedanke an die Potentialität der Mathematik wichtig.

5.5 Aus diesen Gründen stellt die Frage nach der Anwendbarkeit der Mathematik oder eines speziellen mathematischen Ansatzes auf soziologische Fragestellungen tatsächlich ein relevantes und nicht leicht und bündig zu beantwortendes Problem dar.

5.6 Inbezug auf die Frage der Anwendung der Mathematik in der Soziologie werden häufig unrichtige Einschränkungen gemacht. So ist es namentlich falsch, dass

(a) die Mathematik auf den Bereich des Quantitativen begrenzt ist (obwohl die Mathematik vorwiegend mit quantitativen Grössen operiert),

(b) sie nur rationales Verhalten erfassen kann (obwohl mathematische Ansätze zur Erklärung und somit zur Rationalisierung herangezogen werden),

(c) sie sich auf keine normativen Theorien anwenden lässt (obwohl nur wenige normative Formalisierungen existieren),

(d) ihre Anwendung eine Beständigkeit der Ordnungsstrukturen voraussetzt (obwohl im allgemeinen tatsächlich geschichtslos-statische Formalisierungen vorliegen),

(e) Widersprüche weder mathematisch dargestellt noch mathematisch analysiert werden können (obwohl die Mathematik selbst nicht dialektisch vorgeht, und Widersprüche durch eine Reduktion auf Elemente leicht eliminiert werden),

(f) die Mathematik keine Beiträge für eine hermeneutische Soziologie liefern kann (obwohl zwischen dem operativ-erklärenden Vorgehen der Mathematik und der Hermeneutik eine Barriere besteht).

5.7 Dagegen ist es richtig, dass sich die mathematische Sprache durch spezifische Merkmale auszeichnet, welche ihre Verwendung in der Soziologie begrenzen. Einige für die Anwendung der mathematischen Sprache in der Soziologie relevanten Merkmale der Mathematik werden wir im folgenden Abschnitt zusammenstellen.

5.8 Grundsätzlich gibt es aber keine prinzipielle Grenze für die Mathematisierung eines bestimmten Erfahrungsbereiches. Der Prozess der Mathematisierung kann indefinit fortgesetzt werden.

5.9 Das bedeutet aber keinen grundsätzlichen Verzicht auf die verbale Sprache, da selbst die "reine Mathematik" auf ein "Residuum der verbalen Sprache" nicht verzichten kann.

5.10 Deshalb stellt sich die Frage nicht, ob die Mathematik oder die verbale Sprache für die Formulierung soziologischer Aussagen verwendet werden soll. Die Alternative besteht vielmehr darin, ob bloss die verbale Sprache oder die mathematische und die verbale Sprache eingesetzt werden soll.

6 Relevante Merkmale der mathematischen Sprache

6.1 Die mathematische Sprache ist eine formale, wahrheitsfunktionale und extensionale Objektsprache, in welcher alle zu-

gelassenen Grundzeichen, Form-, Definitions-, Umformungs- und Schlussregeln ausdrücklich angegeben sind, und die dem Soziologen ausschliesslich in schriftlicher Form entgegentritt.

6.2 Als eine formale Sprache ist die Mathematik in der Weise inhaltsleer, als sie keine Bezüge zu "realen" Objekten und Vorgängen mitliefert.

6.3 Ein mathematisches Symbol oder ein Symbolkomplex erhält seine immanente semantische Bedeutung zunächst als Element des mathematischen Sprachansatzes, zu welchem es gehört.

6.4 Die Tatsache, dass die mathematische Sprache "inhaltsleer" ist, führt aber dazu, dass der Soziologe sie für eine Anwendung inhaltlich-soziologisch interpretieren oder "füllen" muss, wobei ein und derselbe mathematische Ansatz mit unterschiedlichem Inhalt gefüllt werden kann.

6.5 Die Tatsache, dass die mathematische Sprache "inhaltsleer" ist, bedeutet nicht, dass sie sich gegenüber ihrem Inhalt, mit welchem sie gefüllt worden ist, neutral verhält. Auch bei der mathematischen Sprache sind Inhalt und Form nicht streng voneinander zu trennen. Auch die mathematische Sprache ist ein soziales Phänomen.

6.6 Aus der Notwendigkeit, die mathematische Sprache inhaltlich zu interpretieren, ergibt sich die prinzipielle Grenze der Exaktheit einer mathematischen Soziologie, da die inhaltlichen Interpretationen zur Angabe der Korrespondenzregeln der Beobachter stets auf die verbale Sprache rekurrieren müssen.

6.7 Die Notwendigkeit, die mathematische Sprache inhaltlich zu interpretieren, führt zu einer gewissen Komplizierung, weil die Anwendung der mathematischen Sprache auf die Soziologie die gleichzeitige Einhaltung der immanent-mathematischen als auch der für die Interpretation herangezogenen verbal-soziologischen Regeln der Semantik erfordert.

6.8 Die Tatsache, dass die mathematische Sprache "inhaltsleer" ist, und die einzelnen mathematischen Symbole deshalb unterschiedlich inhaltlich gefüllt werden können, führt zu einem faktischen Assoziationsnachteil der mathematischen Sprache.

6.9 Die Starrheit der syntaktisch-semantischen Regeln der Mathematik verunmöglicht, im Gegensatz zur verbalen Sprache, eine sinnvolle regelverletzende Kommunikation. Dieser Sachverhalt wird oft gemeint, wenn von der besonderen Exaktheit der mathematischen Sprache gesprochen wird. Die unter 6.6 erwähnte prinzipielle Grenze der Exaktheit der Mathematik wird dadurch allerdings nicht erweitert.

6.10 Als eine auf deskriptive Sätze begrenzte Objektsprache zeichnet sich die Mathematik dadurch aus, dass es nicht grundsätzlich möglich ist, mathematisch über die Mathematik zu sprechen. Deshalb ist (vgl. auch 5.9 und 5.10) auf die verbale Sprache als Metasprache der Mathematik nicht zu verzichten.

6.11 Wesentliche Unterschiede zwischen der verbalen und der mathematischen Sprache zeigen sich dann, wenn die pragmatische Dimension der Sprache mitberücksichtigt wird, da die mathematische Sprache auf einer standardisierten Kommunikationssituation aufbaut, welche von den konkreten an der Kommunikation beteiligten Individuen abstrahiert, damit den Stellenwert der pragmatischen Dimension verkleinert und einen analytischen Sprachgebrauch impliziert.

6.12 Das Abstrahieren vom konkreten Sender der Information äussert sich darin, dass die Mathematik als eine extensionale und wahrheitsfunktionale Sprache bestimmte Reflexionsprädikate und damit insbesondere die sogenannten "belief sentences" nicht auszudrücken vermag. Diese Einsicht steht im Gegensatz zur sogenannten "Extensionalitätsthese".

6.13 Das hat namentlich die praktische Konsequenz, dass die in der verbalen Sprache häufig auftretenden Distanzäusserungen des Sprechenden oder Schreibenden zu dem von ihm vermittelten Inhalt nicht formuliert werden können.

6.14 Das Abstrahieren vom konkreten Adressaten der mathematischen Kommunikation hat zur Folge, dass es nicht möglich ist, in der m athematischen Kommunikation mit den Erwartungen des Adressaten zu spielen und etwa ein gewisses "understatement" vorauszusetzen.

6.15 Insgesamt bedeutet aber die Abstraktion der mathematischen Kommunikation von den konkreten Kommunikationsbedingungen nicht a priori eine Verbesserung der Eindeutigkeit der Kommunikation. Vielmehr ist es so, dass die verbale Sprache von der pragmatischen Ebene her Präzisierungen erwarten kann.

6.16 Gleichzeitig bedeutet aber der "Verzicht" auf die Hilfe der pragmatischen Dimension auch, dass gewisse Ausdrucks- und Denkmöglichkeiten verloren gehen, wie etwa das "Verschweigen als Form des Sprechens".

6.17 Der Sachverhalt, dass die mathematische Sprache dem Soziologen stets als eine geschriebene Sprache entgegentritt, ermöglicht erst diesen "Verzicht" auf die pragmatische Dimension. Damit fällt auch die für die mündliche Kommunikation wesentliche Gestik weg, sowie die Möglichkeit, diese durch eine sprachlich-schriftliche Form zu simulieren.

6.18 Aus diesen Einsichten in die Eigenheiten der mathematischen Sprache können einige generelle Aussagen inbezug auf die Beziehung zwischen verbaler und mathematischer Formulierungen abgeleitet werden:

(a) Von einer generellen Ueberlegenheit der einen über die andere Ausdrucksweise kann nicht die Rede sein. Gewisse Aussagen lassen sich besser mathematisch, andere besser verbal ausdrücken. Man muss sich dabei jeweilen klar sein, was "besser" bedeuten soll: z.B. knapper, übersichtlicher, präziser, prägnanter, operationabler etc.

(b) Eine bruchlose Uebersetzung verbaler Aussagen in mathematische ist nicht allgemein möglich.

(c) Nicht für jede verbal formulierbare soziologische Aussage existiert eine entsprechende mathematische Ausdrucksmöglichkeit.

(d) Ein und dieselbe verbale Aussage kann auf verschiedene Weise mathematisch formuliert werden; ein und dieselbe mathematische Formulierung kann unterschiedlich verbal interpretiert werden.

7 Die heuristische Funktion der Mathematik

7.1 Bei der heuristischen Funktion der Mathematik ist zu unterscheiden zwischen ihrer Bedeutung
(a) für die (i) Begriffsbildung und (ii) die Begriffsexplikation,
(b) für den Entwurf soziologischer Theorien und
(c) für das methodische Vorgehen des Soziologen.

7.2 Die Ausnutzung der heuristischen Funktion der Mathematik für die Begriffsbildung und die Begriffsexplikation, für den Entwurf soziologischer Theorien, sowie für das methodische Vorgehen des Soziologen bei der Theorienbildung führt nicht notwendigerweise zu einer Formalisierung des fraglichen Begriffs oder der Theorie.

7.3 In der Praxis wurde das heuristische Potential der Mathematik für die Begriffsbildung und die Begriffsexplikation sowie den Entwurf soziologischer Theorien, im Gegensatz zum heuristischen Potential, für das methodische Vorgehen bei der Theorienbildung nur wenig ausgenutzt.

BEGRIFFSBILDUNG UND BEGRIFFSEXPLIKATION:

7.4 Da ein Begriff seine Bedeutung nur im Zusammenhang mit anderen Begriffen erhält, stehen einer Verplanzung eines Begriffes aus einer mathematischen Theorie in eine soziologische grundsätzliche Barrieren im Wege.

7.5 Sowohl grundsätzliche Ueberlegungen als auch praktische Erfahrungen zeigen, dass der Einsatz der Mathematik für eine Explikation eines Begriffes sinnvoll sein kann.

7.6 Immerhin muss beachtet werden, dass eine Begriffsexplikation mit Hilfe der mathematischen Sprache stets Gefahr läuft, zu einer begrifflichen Simplifizierung oder zu einer nicht antizipierten Begriffsveränderung zu führen. Diese Konsequenz ist jedoch nicht eine notwendige: Die Begriffsexplikation kann auch zum Aufzeigen von hinter dem Begriff stehenden Dimensionen oder von Ambivalenzen führen.

ENTWURF SOZIOLOGISCHER THEORIEN:

7.7 Für das Entwerfen soziologischer Theorien kann man sich entweder (i) an einer speziellen mathematischen Theorie orientieren, oder (ii) an einer Kombination verschiedener mathematischer Ansätze.

7.8 Dabei besteht immer die an sich durchaus vermeidbare Gefahr, dass aus soziologisch interpretierten mathematischen Theorien unbesehen (d.h. ohne empirische Ueberprüfung) normative Schlüsse gezogen werden.

7.9 Die in mathematischen Ansätzen vorhandenen inhaltlichen Leerstellen führen leicht dazu, dass das soziologische Wissen, welches in diese Leerstellen einzufüllen ist, auf eine kaum zu kontrollierende Weise für die inhaltliche Interpretation dieser Leerstellen eingesetzt wird.

7.10 Das bedeutet namentlich, dass die Selektion des zu verwendenden soziologischen Wissens in einem späten Zeitpunkt der Theorienbildung passiv und inhaltlich wenig reflektiert aufgrund der durch die mathematische Theorie gesetzten "Tatsachen" durchgeführt wird. Nicht die Relevanz des heterogenen und oft widersprüchlichen soziologischen Wissens spielt dann für diese Selektion die entscheidende Rolle, sondern die Frage, welche inhaltlichen Ueberlegungen in den mathematischen Ansatz "passen". Nicht passendes soziologisches Wissen fällt unbesehen aus Abschied und Traktanden.

7.11 Da die inhaltlichen Konsequenzen der durch die mathematische Theorie gesetzten Sachzwänge umso weniger zu überblicken sind, je komplexer der gewählte mathematische Ansatz ist, potenzieren sich die unter 7.9 und 7.10 erwähnten Gefahren für hochkomplexe mathematische Ansätze.

7.12 Der Einsatz der Mathematik für den Entwurf soziologischer Theorien ist deshalb umso erfolgversprechender, je weniger komplex die verwendete mathematische Theorie ist und je weniger detailliert diese zum "Vorbild" der soziologischen Theorie drapiert wird.

7.13 Da die empirische Relevanz einer detailliert soziologisch abgebildeten mathematischen Theorie nicht von vorneherein festgemacht werden kann, und der Aufwand für die explizite Ausformulierung einer derartigen Abbildung erheblich ist, muss diese Strategie unter dem Gesichtspunkt der Optimalität des Vorgehens kritisch beurteilt werden.

7.14 Bevor diese Strategie effizient verfolgt werden kann, wäre eine Wissensakkumulation in der Weise zu fordern, dass die vorhandenen mathematischen Ansätze inbezug auf ihre Anwendungsmöglichkeiten für die Sozialwissenschaften generell überprüft und aufgearbeitet werden.

METHODISCHES VORGEHEN BEI DER THEORIENBILDUNG:

7.15 Die wichtigste Vorbildrolle inbezug auf das methodische Vorgehen bei der soziologischen Theorienbildung spielt die Mathematik in Hinsicht auf (i) den Einsatz spezieller mathematischer oder mathematik-ähnlicher Symbole und (ii) die Verwendung der axiomatischen Methode.

7.16 Die sprachökonomische Bedeutung der Verwendung spezieller Symbole ist unbestreitbar: Sie wirken dank ihrer Knappheit suggestiv und übernehmen eine Entlastungsfunktion. Da die Zeichen aber inhaltlich interpretiert werden müssen und die begriffliche Basis der Soziologie nicht klar festgelegt ist, kommt die mögliche Suggestivität der Symbole bei ihrem Einsatz in der Soziologie wenig zur Geltung.

7.17 Das Verhältnis des für die inhaltlich-soziologische Definition des Symbols erforderlichen Aufwandes zum Ertrag wird umso günstiger, je weniger isoliert die eingeführten Symbole zueinander stehen, und je mehr Operationen und Vergleiche mit Hilfe der Symbole durchgeführt werden.

7.18 Die Notwendigkeit zur inhaltlichen Interpretation eines Symbols, welche stets auf die verbale Sprache verweist, führt dazu, dass eine Formulierung mit Hilfe spezieller Symbole einer verbalen Ausdrucksweise inbezug auf Exaktheit und Eindeutigkeit prinzipiell nicht überlegen ist.

7.19 Spezielle Symbole können leicht oberflächlich, d.h. ohne Reflexion auf ihren Inhalt hin, verwendet werden. Da bloss noch mit den Symbolen manipuliert wird, die einen Eigenwert erhalten, während der Inhalt der Symbole nicht mehr problematisiert wird, können sich die Symbole zu eigentlichen Denkbarrieren entwickeln.

7.20 Unter dem Deckmantel des speziellen Symbols kann es auch leicht zu einer Informationsveränderung des hinter diesem Zeichen stehenden Begriffs kommen. Diese Gefahr ist umso aktueller, je isolierter die eingeführten Zeichen dastehen.

7.21 Die Axiomatik kann verwendet werden (i) als Forschungsstrategie, (ii) als Ziel der Theorienbildung und (iii) als Strategie für die Ueberprüfung von Theorien (vgl. dazu Abschnitt 9).

7.22 Obwohl die Sozialwissenschaften der Gegenwart das Vorbild der axiomatisierten Theorie faktisch von der Mathematik und den sich an diese anlehnenden Naturwissenschaften übernommen haben, stellt die axiomatisierte Theorie weder in den Naturwissenschaften noch in der Mathematik den Theorietyp schlechthin dar.

7.23 Als Forschungsstrategie wird die Axiomatik in den Naturwissenschaften im allgemeinen nicht verwendet, und auch die grundlegenden Bereiche der Mathematik wurden erst nachträglich axiomatisiert.

7.24 Falls eine operationalistische Philosophie für die Soziologie abgelehnt wird, ist eine Axiomatisierung der Soziologie als Forschungsstrategie grundsätzlich nicht zu vertreten.

7.25 Konkret würde eine Axiomatisierung als Forschungsstrategie auch daran scheitern, dass wir in der Soziologie über wesentliche Zusammenhänge noch wenig oder nichts wissen, weshalb die axiomatische Strategie von zufällig ausgewählten Phänomen ausgehen müsste und im allgemeinen auf der Ebene von blossen Epiphänomenen operieren würde.

7.26 Das Ziel der axiomatisierten Theorieform wurde selbst in der Mathematik nicht erreicht: Grundlegende Teile der Mathematik liegen noch heute nicht und/oder widerspruchsfrei axiomati-

siert vor. Das lässt vermuten, dass die Voraussetzungen für eine Axiomatisierung der Soziologie noch weniger gegeben sein dürften.

7.27 Eine nachträgliche Axiomatisierung des vorhandenen theoretischen soziologischen Wissens wäre zudem ausserordentlich arbeitsaufwendig, und im allgemeinen nur über Umformulierungen und damit Informationsveränderungen möglich.

8 Die linguistische Funktion der Mathematik

8.1 Zum einen ist zu unterscheiden zwischen (i) einer Uebersetzung einer verbal formulierten Theorie in eine mathematisch formulierte Theorie und (ii) einer Neuschöpfung einer Formalisierung.

8.2 Eine Uebersetzung setzt im allgemeinen eine Umformulierung der verbalen Theorie voraus, welche auch inhaltliche Informationsveränderungen der Theorie bewirkt. Auch eine Uebersetzung stellt somit einen kreativen Akt dar.

8.3 Bei einer Neuschöpfung einer Formalisierung muss konfligierendes soziologisches Wissen gegeneinander abgewogen werden, welches seinerseits mit den verfügbaren mathematischen Instrumenten konfligieren kann. Sowohl das verfügbare soziologische Wissen als auch das verfügbare mathematische Instrumentarium bestimmen somit die Selektion des zu verwendenden soziologischen Wissens.

8.4 Zum anderen ist zu unterscheiden zwischen (i) der Verwendung eines bestehenden mathematischen Ansatzes und (ii) der Neuschöpfung eines solchen.

8.5 Für die Selektion eines bestehenden mathematischen Ansatzes darf nicht davon ausgegangen werden, dessen Bedeutung für die Mathematik sei identisch mit oder signifikant für seine Bedeutung im Rahmen der Soziologie.

8.6 Wird eine verbal ausformulierte Theorie mit Hilfe eines vorhandenen mathematischen Instrumentes formalisiert, können mathematische Sachzwänge zu einer nicht antizipierten inhaltlichen Veränderung der Theorie führen.

8.7 Wird allgemeines soziologisches Wissen mit Hilfe eines vorhandenen mathematischen Instrumentes formalisiert, erfolgt die Steuerung des Prozesses der Theorienbildung wesentlich durch formale Kriterien, während inhaltlich-soziologische Ueberlegungen in den Hintergrund gedrängt werden.

8.8 Wird eine verbal ausformulierte Theorie oder allgemeines soziologisches Wissen durch einen speziellen neugeschaffenen mathematischen Ansatz formalisiert, dann wird eine in der Praxis selten zu erwartende mathematische und im zweiten Fall auch soziologische Fähigkeit vorausgesetzt.

8.9 Bei der linguistischen Funktion der Mathematik haben wir im einzelnen unterschieden, ihre Bedeutung
(a) für die Deskription,
(b) für die explizite Formulierung der Annahmen,
(c) für die Bewältigung der Vereinfachungsproblematik,
(d) für die Notwendigkeit einer Quantifizierung und
(e) für eine optimale Ausschöpfung der vorhandenen Informationen.

DESKRIPTION:

8.10 Die mathematische Sprache ist für die Deskription soziologischer Aussagen in erster Linie deshalb relevant, weil sie sich gegenüber der verbalen Sprache durch eine besondere Knappheit der Ausdrucksweise auszeichnet. Andererseits führt diese Knappheit aber dazu, dass die durch die grosse Verbundwahrscheinlichkeit zwischen den einzelnen Wörtern der verbalen Sprache bewirkten Sicherheit der sprachlichen Kommunikation reduziert wird.

8.11 Diese besondere Knappheit wird allerdings dadurch relativiert, dass die mathematische Formulierung stets verbal interpretiert werden muss. Deshalb ist die Verwendung der Mathematik zu Darstellungszwecken generell immer dann angebracht, wenn (i) das verwendete mathematische Instrument relativ bekannt ist, und wenn (ii) die mathematischen Symbole durch eine verhältnismässig kleine Zahl von Interpretationsregeln inhaltlich gedeutet werden können.

8.12 Im Einzelfall hängt die Effizienz der verbalen und der mathematischen Darstellung ab (i) von den Anforderungen, welche an die Darstellung gestellt werden, (ii) von der Struktur der soziologischen Aussage und (iii) vom verfügbaren mathematischen Instrumentarium und den verbalen Ausdrucksmöglichkeiten.

8.13 Bei den Anforderungen an eine Deskription ist zu beachten, dass Differenziertheit und Suggestivität einer Darstellung stets in einem Konfliktverhältnis zueinander stehen. Die mathematische Darstellung löst diesen Konflikt im allgemeinen nicht von vorne herein in der einen oder anderen Richtung auf. Das gilt nicht für figürliche Darstellungen, welche im allgemeinen zu einer Bevorzugung der Suggestivität führen.

8.14 Die Grenzen der figürlich-mathematischen Darstellungstechniken liegen bei ihrer Begrenztheit im Erfassen differenzierter Zusammenhänge bei Wahrung einer vertretbaren Suggestivität, sowie bei ihrer beschränkten Genauigkeit.

8.15 Die Grenzen von algebraischen Darstellungsarten liegen in ihrer geringeren Suggestivität, ihr Vorteil in der grösseren Knappheit und der grössten und beliebig wählbaren Genauigkeit.

8.16 Die Standardisierung soziologischer Aussagen durch mathematische Formulierungen lassen diese besonders geeignet erscheinen für Vergleiche. Allgemein gilt, dass die Effizienz mathematischer Darstellungen weiterhin vergrössert wird, je mehr Operationen im Anschluss an die Darstellung mit diesen Formulierungen durchgeführt werden.

ANNAHMEN:

8.17 Die hinter einer Formalisierung stehenden Annahmen müssen bloss auf der formalen Ebene explizit gemacht werden. Diese Annahmen ergeben sich aus technischen Sachzwängen und haben ihre Auswirkungen auch auf die inhaltlichen Annahmen der Theorie. Diese inhaltlichen Annahmen können durchaus im Dunkeln bleiben.

8.18 Inbezug auf die Setzung inhaltlicher Annahmen bei Formalisierungen sind die folgenden Tendenzen zu beobachten:
(a) die Tendenz zur nachträglichen inhaltlichen Interpretation von rein formal gesetzten Annahmen,
(b) die Formulierung der inhaltlichen Annahmen auf der Ebene gesellschaftlicher Epiphänomene und
(c) die Setzung inhaltlich nicht begründeter Annahmen aus formalen Sachzwängen heraus.

VEREINFACHUNGEN:

8.19 Während der Mathematik von den "Theoretikern" die besondere Fähigkeit zugesprochen wird, hochkomplexe Tatbestände erfassen zu können, sprechen die "Praktiker" vom Zwang der durch die mathematische Formulierung bewirkten Vereinfachung. Da mathematische Komplexität mit soziologischer Komplexität nicht identisch ist, können wir in der Praxis in der Tat eine Tendenz zur übermässigen Vereinfachung aus formalen Gründen beobachten.

8.20 Natürlich ist jede Wissenschaft selektiv und somit vereinfachend. Die Kritik der Vereinfachungen im Zusammenhang mit Formalisierungen kann deshalb nur dahin gehen, dass diese Vereinfachungen mechanisch aus formalen Gründen zu erfolgen haben und nicht nach inhaltlichen Kriterien bestimmt werden.

QUANTIFIZIERUNG:

8.21 Die Mathematik ist nicht auf den quantitativen Bereich begrenzt, da (i) quantitative mathematische Ansätze qualitativ verwendet werden können, und uns die Mathematik (ii) auch Instrumente liefert, welche es erlauben, mit qualitativen Grössen mathematische Operationen durchzuführen.

8.22 Obwohl die Mathematik eine Quantifizierung somit keineswegs voraussetzt, beinhaltet sie doch eine Tendenz dazu, weil die meisten der gebräuchlichen mathematischen Instrumente eine solche voraussetzen. Diese Tendenz führt dazu, dass Formalisierungen in der Soziologie häufig eine unangemessene Quantifizierung erzwingen.

8.23 Im Grunde genommen sollten die Ausdrücke "Qualität" und "Quantität" allerdings nicht als gegensätzliche, sondern als komplementäre Begriffe verstanden werden.

INFORMATIONSAUSSCHOEPFUNG:

8.24 Der Vorteil der mathematischen Sprache für die optimale Ausschöpfung der vorhandenen Informationen wird begründet (i) mit der besonderen Klarheit und Präzision der mathematischen Sprache, sowie (ii) mit der Tatsache, dass diese ein standardisiertes Instrumentarium für die Herleitung präziser Deduktionen zur Verfügung stellt.

8.25 Die erste Begründung kann nicht akzeptiert werden, da infolge der grundsätzlichen "Inhaltsleere" der mathematischen Sprache Unklarheiten oder eine inhaltliche Leerstelle leicht verdeckt werden können, und die Exaktheit der mathematischen Sprache durch ihre bei der Anwendung auf soziologische Aussagen notwendigen Bindung an die verbale Sprache grundsätzlich begrenzt wird.

8.26 Die besondere deduktive Kraft der mathematischen Sprache ist dagegen nicht zu bestreiten: die logisch möglichen Ableitungen lassen sich prinzipiell leicht, fehlerfrei und vollständig herleiten. Es lassen sich sogar Ableitungen finden, welche im Rahmen einer verbalen Theorie grundsätzlich nicht hätten geliefert werden können, da diese durch das mathematische Instrument definiert werden.

8.27 Immerhin dürfen die Vorteile der besonderen deduktiven Kraft der mathematischen Sprache nicht überschätzt werden, da

(a) die grundsätzliche Möglichkeit eines vom Inhalt völlig losgelösten Manipulierens mit Symbolen zu ernsthaften Problemen bei der inhaltlichen Deutung der einzelnen formalen Deduktionsschritte führen kann,

(b) von der regelkonformen Anwendung der Deduktionsvorschriften nicht darauf geschlossen werden darf, dass diese Regeln überhaupt empirisch anwendbar seien,

(c) von der regelkonformen Anwendung der Deduktionsvorschriften nicht darauf geschlossen werden darf, dass

empirisch zutreffende Ergebnisse vorliegen, da die Deduktionen auch auf falschen Prämissen basieren können.

8.28 Die Vorteile und Gefahren für die Informationsausschöpfung gelten auch für die Durchführung sozialwissenschaftlicher Prognosen.

9 Die kritische Funktion der Mathematik

9.1 Da wir den Einsatz der Mathematik als Instrument für die Ueberprüfung auch verbal formulierter Theorien aus unserer Diskussion ausklammern, müssen wir voraussetzen, dass die Theorie zumindest teilweise formalisiert vorliegen muss, wenn die kritische Funktion zum Zuge kommen soll.

9.2 Für den Fall, wo dies eine Uebersetzung einer bestehenden verbalen Theorie in eine mathematisch formulierte voraussetzt, bedeutet dies, dass die Ueberprüfungsergebnisse nicht unbesehen auf die ursprünglich verbale Theorie übertragen werden dürfen, da eine bruchlose Uebersetzung derselben im allgemeinen nicht möglich sein wird.

9.3 Als kritische Instanzen der Ueberprüfung betrachten wir
(a) die Logik (Ueberprüfung der immanenten logischen Struktur),
(b) die Empirie (die empirische Ueberprüfung) und
(c) anderes konkurrierendes Wissen (Ueberprüfung der relativen Relevanz der Theorie).

9.4 Die Mathematik hat in der Praxis tatsächlich in einigen Fällen mit Erfolg eine kritische Funktion für die Ueberprüfung soziologischer Theorien übernommen.

9.5 Die möglichen Vorteile einer mathematischen Formulierung können allerdings nur dann zum Zuge kommen, wenn die intellektuellen Voraussetzungen für eine Ueberprüfung gegeben sind. Die Verwendung relativ wenig bekannter und/oder intellektuell sehr anspruchsvoller mathematischer Instrumente kann dagegen leicht zu einer faktischen Immunisierung der Formalisierung führen.

9.6 Die Isolierung der mathematischen Soziologie innerhalb der Soziologie hat zur Folge, dass die intersubjektive Ueberprü-

fung von Formalisierungen stets nur im engsten Kreise erfolgt, und die Formalisierungen so einer Kritik eines weiteren Fachpublikums entzogen werden. Dazu kommt, dass selbst innerhalb der Vertreter einer mathematisierten Soziologie Kommunikationsschwierigkeiten sich feststellen lassen.

IMMANENTE LOGISCHE UEBERPRUEFUNG:

9.7 Die immanente Folgerichtigkeit und Vollständigkeit einer Theorie kann bei Formalisierungen tatsächlich leichter und sicherer untersucht werden als bei verbalen Formulierungen.

9.8 Die Ausschaltung logisch unzulässiger Aussagen und die explizite Formulierung der logisch möglichen Ableitungen ist zunächst deshalb von Bedeutung, weil dadurch eine adäquate Basis für die empirische Ueberprüfung der Theorie gesetzt wird.

9.9 Die Ueberprüfung der logischen Struktur einer Formalisierung besitzt jedoch nicht lediglich einen bloss defensiven Charakter. Da sich aus dieser Ueberprüfung neue Einsichten ergeben können, bedeutet sie eine eigentliche "Selbstreflexion der Theorie".

9.10 Wegen der Vollständigkeit der Ableitungen und der Knappheit der mathematischen Sprache ist bei Formalisierungen der Nachweis von Tautologien und Kontradiktionen prinzipiell leichter zu erbringen als bei verbalen Formulierungen.

9.11 Die sich aus den Untersuchungen über die Folgerichtigkeit und die Vollständigkeit einer Theorie sowie über den Informationsgehalt (Kontradiktionen und Tautologien) ergebende "Freilegung der logischen Struktur" der Theorie führt dazu, dass allfällige weitere Anwendungsbereiche der Theorie sichtbar werden.

9.12 Eine besondere Erleichterung ergibt sich bei axiomatisierten Formalisierungen, da dort nur die Axiome auf ihre Widerspruchsfreiheit überprüft werden müssen, damit unter der Voraussetzung einer regelkonformen Deduktion gesichert ist, dass auch die Ableitungen widerspruchslos formuliert sind. In diesem Sinne ist eine Axiomatisierung einer Theorie somit positiv zu beurteilen.

9.13 Eine Grenze für die Ueberprüfung der logischen Struktur einer ursprünglich verbal formulierten Formalisierung wird in der Praxis (abgesehen von 9.5 und 9.6) dadurch gesetzt, dass im Zusammenhang mit dem Formalisierungsprozess häufig neue Prämissen eingeführt werden müssen.

EMPIRISCHE UEBERPRUEFUNG:

9.14 Die positiven Konsequenzen für eine empirische Ueberprüfung einer Formalisierung basieren auf den sicher und leicht zu ermittelnden Ergebnissen der Ueberprüfung der immanenten logischen Struktur der Theorie.

9.15 Abgesehen davon bedeutet auch die Konstruktion von Formalisierungen speziell zum Zwecke ihrer erleichterten empirischen Ueberprüfung keine vom verbalen Fall sich prinzipiell absetzende Erleichterung der empirischen Ueberprüfung.

9.16 Eine spezielle Erschwerung für die empirische Ueberprüfung von Formalisierungen ergibt sich oft dadurch, dass die Art und die Qualität der empirischen Informationen durch den mathematischen Ansatz streng und ohne Rücksicht auf die effektiven Möglichkeiten der Datengewinnung vorgeschrieben werden. Häufig werden die Formalisierungen dann als blosse hypothetische Konstruktionen deklariert, und die Frage nach ihrer empirischen Relevanz heruntergespielt.

UEBERPRUEFUNG DER RELATIVEN RELEVANZ:

9.17 Der Vergleich zweier konkurrierender und in derselben mathematischen Sprache geschriebener Formalisierungen ist dank ihrer Standardisierung durch das gemeinsame sprachliche Instrument prinzipiell leichter als der Vergleich zweier verbal formulierter Theorien.

9.18 Der Vergleich zweier konkurrierender und nicht in derselben mathematischen Ausdrucksform formulierter Formalisierungen ist prinzipiell leichter, als der Vergleich zweier verbal formulierter Theorien, da die logische Struktur der Formalisierung leichter einsichtig ist.

9.19 In der Praxis muss die Formalisierung aber stets auch mit verbal formulierten theoretischen Aussagen verglichen werden. Deshalb sind die unter 9.17 und 9.18 erwähnten Vorteile im günstigsten Falle bloss partiell verwertbar.

9.20 Da die mathematische Sprache gegenüber der verbalen bestimmte Defizite aufweist, haben wir festgehalten, dass die Soziologie nicht in der mathematisierten Soziologie aufgehen sollte. Deshalb werden sich die potentiellen Vorteile der Formalisierungen für den Vergleich konkurrierender Theorien auch in Zukunft nicht voll realisieren lassen.

9.21 Da weder die Klarheit der Theorieformulierung noch der Grad der intellektuellen Nachvollziehbarkeit einer Theorie mit ihrer Formalisierung notwendigerweise zunehmen oder abnehmen muss, ist die Frage einer Erleichterung der Bestimmung der Problemlösungskapazität von Formalisierungen von vorneherein nicht entscheidbar.

10 Postulate

10.1 Da die mathematische Sprache für die soziologische Theorienbildung einerseits bestimmte Funktionen übernehmen kann, ihre Verwendung aber andererseits gewisse Gefahren mit sich bringt, sollte die mathematische Ausbildung der Soziologen verbessert werden. Damit der Vorrang des inhaltlich-soziologischen Denkens über das mathematische gesichert wird, darf die Verwendung der Mathematik in der Soziologie weder soziologisch dillettierenden Mathematikern noch mathematisch dillettierenden Soziologen überlassen werden.

10.2 Verbesserte Kenntnisse sind zunächst auf der rein technischen Ebene einer reflektierten Anwendung der Mathematik erforderlich: Für jedes konkrete Problem ist (i) unter der Berücksichtigung der zu spezifizierenden Ziele, welche durch eine Verwendung der mathematischen Sprache erreicht werden sollen, (ii) die Frage der Anwendbarkeit der vorhandenen mathematischen Ansätze zu untersuchen und (iii) die inhaltlichen Konsequenzen ihrer Verwendung abzuklären. Dies setzt ein klares

Bewusstsein der durch die Mathematik zu übernehmenden Funktionen voraus, eine breite Kenntnis der vorhandenen mathematischen Ansätze sowie die Fähigkeit, diese Ansätze auf ihre inhaltlichen Voraussetzungen und Konsequenzen hin zu reflektieren.

10.3 Neben der immanenten Ziel-Mittel-Relation muss der Einsatz der mathematischen Sprache in der Soziologie stets auch unter dem Gesichtspunkt seiner Effizienz (Aufwand-Ertrag-Relation im Vergleich mit verbalen Formulierungsmöglichkeiten) untersucht werden.

10.4 Längerfristig sollten die unter 10.2 und 10.3 erwähnten Untersuchungen jedoch nicht bloss durch einzelne konkrete Probleme angeregt und auf diese bezogen werden. Es soll vielmehr generell abgeklärt werden, (i) welche mathematischen Ansätze (ii) für welche Zwecke (Funktionen) (iii) mit welchen Konsequenzen (iv) unter welchen Voraussetzungen inbezug auf die bestehenden verbal formulierten Theorien und Theorienfragmente (v) mit welchem Aufwand sinnvoll eingesetzt werden können.

10.5 Da die Mathematik eine Potentialität darstellt, bis heute aber im wesentlichen in der Richtung naturwissenschaftlicher Problemlagen entwickelt wurde, wäre es wünschenswert, wenn einige Soziologen in der Lage wären, die Mathematik nicht bloss reflektiert anzuwenden, sondern kreativ über die reine Anwendung hinauszugehen. Die Entwicklung oder Weiterentwicklung sozialwissenschaftlich relevanter mathematischer Ansätze setzt (neben soziologischer Fachkenntnis) allerdings mathematische Fähigkeiten voraus, über welche selbst ausgebildete Mathematiker nicht ohne weiteres verfügen. Deshalb kann die Aufgabe der Entwicklung einer sozialwissenschaftlich relevanten Mathematik in der Praxis wohl nur durch die enge Zusammenarbeit zwischen Mathematikern und Soziologen realisiert werden.

10.6 Neben den rein technischen mathematischen Kenntnissen setzt eine optimale Ausnützung der Eigenheiten der mathematischen

Sprache für die soziologische Theorienbildung auch die Verfügung über die grundlegenden metamathematischen Einsichten voraus.

10.7 Die Forderung nach einer verbesserten mathematischen Ausbildung der Soziologen richtet sich nicht bloss an jene Soziologen, welche selbst mit der mathematischen Sprache zu arbeiten beabsichtigen. Nur wenn möglichst viele Soziologen möglichst viel von Mathematik verstehen, wird (i) die Kommunikation zwischen der verbal formulierten und der mathematisierten Soziologie sichergestellt und somit die verhängnisvolle Isolation der mathematisierten Soziologie überwunden, nur so kann gesichert werden, dass (ii) die Arbeiten der mathematisierten Soziologie einer breiten intersubjektiven Ueberprüfung unterzogen werden.

VI. Kapitel Die Verwertung der mathematisierten Soziologie: Ueber die gesellschaftlichen Konsequenzen einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik

"Hierauf begaben wir uns in die Sprachschule, wo drei Professoren sich über die zweckmässigste Methode, ihre Landessprache zu verbessern berieten ... Das Projekt des zweiten bezweckte die Abschaffung aller Wörter überhaupt, und dies hielt man für ausserordentlich gesundheitsfördernd und zeitsparend. Denn es ist klar, dass jedes von uns gesprochene Wort eine Verminderung unserer Lungen bewirkt, da es sie abnutzt und aus diesem Grunde auch die Verkürzung unseres Lebens zur Folge hat. Es wurde deshalb folgender Ausweg vorgeschlagen: da alle Wörter nur Bezeichnungen für Dinge seien, sei es passender, wenn alle Menschen jene Dinge, die ein besonderes Geschäft bezeichneten und worüber sie sich unterhalten wollten, mit sich herumtrügen. Um diese Erfindung wäre sicher auch allgemein eingeführt worden, zur grossen Erleichterung und Förderung der Gesundheit des Menschen, wenn sich die Weiber nicht mit dem Pöbel und den Analphabeten verbunden und mit einer Rebellion gedroht hätten, falls man ihnen nicht erlaubte, wie ihre Vorfahren mit ihren Zungen zu reden. Solch beharrlicher, unversöhnlicher Feind der Wissenschaft ist das gemeine Volk. Viele der Klügsten und Weisesten jedoch befolgten die neue Methode, sich durch Dinge auszudrücken; die einzige Unbequemlichkeit, die sich daraus ergibt besteht darin, dass ein Mann, dessen Angelegenheiten sehr gross und von verschiedener Art sind, ein Bündel auf seinem Rücken mit sich herumtragen muss, falls er nicht in der Lage ist, sich einen oder zwei starke Bediente als Begleiter zu halten. Ich habe oft gesehen, wie zwei dieser Weisen unter der Last ihrer Bündel fast zusammenbrachen wie bei uns die Hausierer. Wenn sie sich in den Strassen begegneten, legten sie ihre Last nieder, öffneten ihre Säcke und unterhielten sich wohl eine Stunde lang miteinander; alsdann packten sie ihre Geräte wieder ein, halfen einander, ihre Last wieder auf den Rücken zu nehmen, und empfahlen sich."

(Jonathan SWIFT, Gullivers Reisen, Dritter Teil, 5. Kapitel)

Unsere Ueberlegungen zur Verwertung der mathematisierten Soziologie stehen im Zusammenhang einer Diskussion, die heute wohl auf alle Wissenschaften übergegriffen hat. Diese Diskussion basiert auf der Einsicht, dass Wissen und Wissenschaft Macht bedeuten, auch dann, wenn die Wissenschaft im Selbstverständnis der Wissenschaftler aus der gesellschaftlichen Wirklichkeit herausgeschnitten und ihre Selbstgesetzlichkeit postuliert wird (vgl. dazu etwa

BRUECKNER und KROVOZA 1972, S.37 und S.70, HONDRICH 1972, S.105-106, KAERTNER 1972, S.76ff.; in diesen drei Publikationen finden sich detailliertere Ausführungen sowie Literaturhinweise zu allen hier bloss angeschnittenen grundsätzlichen Problemkreisen).

Der Prozess der Transformation wissenschaftlicher Erkenntnis durch die sie stimulierende Technik ist seit der technisch-industriellen Revolution im ganzen wohl immer offenkundiger, im einzelnen aber undurchsichtiger geworden. Unbestritten bleibt, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse dem Wissenschaftler oft schneller entgleiten, als ihm selbst verantwortbar erscheint. Dies illustrieren nicht bloss die tragischen Konsequenzen der Atomwissenschaften, sondern auch die vielen Regresserscheinungen, welche alle Naturwissenschaften mit sich gebracht haben (vgl. z.B. WAGNER 1970, S.137-149).

In den Sozialwissenschaften und auch speziell in der Soziologie ist die Situation insofern etwas entschärft, als hier erst wenige Einsichten vorliegen, welche sich unmittelbar in Technik ummünzen und deshalb vom Wissenschaftler abtrennen lassen (vgl. NIPPERT 1972, S.87). Anders als in den Naturwissenschaften ist die prinzipielle Gefahr aber noch zeitig erkannt worden: Gesellschaftliche oder nichttheoretische Konsequenzen "hat die Sozialwissenschaft deshalb, weil ihre theoretischen Erkenntnisse als Mittel zur Durchsetzung von politischen, sozialen, wirtschaftlichen, kulturellen u.a. Zielen benutzt werden können. Solange der Gebrauch dieser Mittel mit traditionellem Verstand möglich war, konnte sich die Sozialwissenschaft, ja die Wissenschaft überhaupt, von der Reflexion auf diesen Gebrauch entlasten. Sobald aber wegen der zunehmenden Erkenntnisleistungen technologisch veränderter Wirklichkeit die Umsetzung dieser Technologien in diese Wirklichkeit nur noch mit wissenschaftlich trainierter Reflexion durchzuhalten ist, wird die Wissenschaft unter den Zwang ihrer Folgen gestellt" (BAIER 1969 B, S.27).

Hat sich die Einsicht einmal durchgesetzt, dass die Formulierung soziologischer Theorien unabdingbar mit ihrer Verwertung im ausserwissenschaftlich-politischen Raume verknüpft ist (vgl. KAERTNER

1972, S.45ff.), muss die Frage nach dem "Wozu" soziologisch-wissenschaftlicher Aktivität zum zentralen Thema soziologischer Grundsatzdiskussionen werden, wobei die Zielsetzung nicht mehr mit dem blossen Hinweis auf "Wahrheitssuche" umrissen werden kann, sondern positiv in gesellschaftlichen Kategorien zu formulieren ist. Vor diesem Hintergrund steht das die "technokratische Vernunft" kritisierende Postulat einer "Politisierung der Wissenschaften", durch dessen Realisierung bewusst die Gleichung "Wahrheit = Verwertbarkeit" zu durchbrechen versucht werden soll (BRUECKNER und KROVOZA 1972, S.42). Tatsächlich befehden sich die Soziologen heute nicht mehr bloss ob der Frage nach der Angemessenheit der Methoden und den Zielvorstellungen theoretischer Erkenntnis, sondern und "vor allem hinsichtlich ihrer praktischen Erkenntnisabsichten, hinsichtlich ihrer Veränderungsinteressen, die ja ihre theoretischen Arbeiten leiten und aus denen erst ihre Methodologien abzuleiten sind" (BAIER 1969 A, S.11). Diese im Problemzusammenhang der Beziehung zwischen Theorie und Praxis stehende Kontroverse, welche sich in unserem Zusammenhang auf die Alternative "Sozialtechnologie oder soziale Emanzipation" verkürzen lässt, erledigt sich nicht bereits dadurch, dass man mit BOUDON (1971 A. S.10) von eigentlich vermeidbaren epistemologischen Unsicherheiten der Soziologie spricht.

Wohl wäre dazu noch vieles zu sagen, aber kaum manches, das nicht bereits gesagt worden wäre. Es versteht sich von selbst, dass wir diese Diskussion hier weder neu aufrollen, noch sie zu einem versöhnenden Ende bringen wollen. Sie stellt bloss die Kulisse dar, vor welcher die Frage nach den gesellschaftlichen Konsequenzen einer Verbindung von Soziologie mit Mathematik (als "Spezialfall" der allgemeineren Auseinandersetzungen) im folgenden zu diskutieren ist.

In den vorangehenden Kapiteln haben wir gezeigt, dass keine notwendigen Zusammenhänge zwischen einer mathematisierten Soziologie und bestimmten Theorieformen, Erkenntnismethoden, -bereichen und -absichten, sowie bestimmten Gesellschaftsverständnissen und den sich daraus ableitenden gesellschaftspolitischen Postulaten nach-

weisbar sind. Diese Einsicht schlägt sich etwa in der Rede von der "prinzipiellen Neutralität" der mathematischen Formulierung nieder.

Andererseits haben wir bereits in den vorangehenden Diskussionen auch immer wieder festgestellt, dass die mathematische Formulierung in der Praxis bestimmte Theorieformen, Erkenntnismethoden etc. bevorzugt, dass die erwähnte Neutralität somit eine bloss prinzipielle, nicht aber eine faktische ist. Ferner möchten wir uns hier auf den von LEFEVRE (1971, S.9) in einem anderen Zusammenhang eingenommenen Standpunkt stellen, dass bereits die Missbrauchbarkeit einer mathematisierten Soziologie bedacht werden muss.

Damit entschwindet der Glaube an die Unbedenklichkeit der prinzipiellen Neutralität der mathematischen Sprache in der Soziologie. Die allenfalls nicht antizipierten gesellschaftlichen Konsequenzen einer mathematisierten Soziologie werden relevant, auch wenn diese Konsequenzen nicht ursächlich und notwendig mit dem Einsatz der Mathematik verknüpft, sondern grundsätzlich vermeidbar sind, auch und wenn es sich um nicht antizipierte Folgen handelt. Zu untersuchen wäre somit das Verhältnis zwischen den erkenntnisleitenden Absichten der die Mathematik verwendenden Soziologen und den sich aus ihrer Tätigkeit ergebenden praktischen Konsequenzen. Zu untersuchen wäre auch im einzelnen, inwiefern die Mathematisierung der Soziologie selbst, sowie ihre noch darzustellenden gesellschaftlichen Konsequenzen tatsächlich ein Moment des "Zufalls" darstellen, und inwieweit sie vielmehr als notwendiger Ausdruck unserer Gesellschaftsstruktur und des darin festgemachten Wissenschaftsbetriebes anzusehen sind (vgl. z.B. LEFEVRE 1971, S.59, RITSERT und BECKER 1971, S.62).

Die Untersuchung der gesellschaftlichen Konsequenzen einer Mathematisierung der Soziologie verweist somit auf eine Reihe differenzierter Analysen, welche wir hier nicht unternehmen können. Wir konzentrieren unsere Diskussion auf die Frage, welche besonderen oder besonders nachhaltig auftretenden und gesamtgesellschaftlich relevanten Konsequenzen eine mathematisch formulierte Soziologie

im Unterschied zu einer verbal formulierten Soziologie in der heutigen (und hier von uns nicht systematisch explizierten) Wissenschafts- und Gesellschaftswirklichkeit erwarten lässt, ungeachtet des Erkenntnisinteresses der machematischen Soziologen.

Den Ausgangspunkt unserer Diskussion bildet der Verdacht, die mathematisierte Soziologie könne sich (im Verhältnis zu einer analogen aber verbal formulierten Soziologie) gegen einen Missbrauch als besonders wenig resistent erweisen, da die Mathematik in einem besonders nahen Verhältnis zur Technik steht: Die Mathematik ist, wie dies WHORF (1963, S.50) in überraschender Analogie zum sogenannten "Mantra Yoga" illustriert hat, eine Art spezialisierte "Beschwörungsformel", die es erlaubt, "gewisse Materialien in die entscheidende Konfiguration zu bringen, durch die sich gewisse Kräfte in ungewöhnlicher Weise manifestieren können". MERCIER (1969, S.39) bezeichnet die angewandte Mathematik typischerweise als den "theoretischen Aspekt der Technik", und die Mathematik als die "Quintessenz aller Technik", als die "Technik in abstracto", und will die Mathematik deshalb nicht als Wissen, sondern als Macht verstanden wissen.

Die Adäquatheit dieser Zuordnung unterstreichen wir mit der nachfolgenden Passage von NIPPERT (1972, S.110): "Der Versuch, soziale Tatbestände mit den Mitteln der analytischen Wissenschaften messbar und hantierbar zu machen, stellt ein Verfahren dar, das deutlich auf ein Ziel verweist, das in der Sprache der Verwaltung 'Verfügbarmachen' heisst. Ueber Tatbestände verfügen bedeutet, einem Sachverhalt eine spezifische Benennung und damit einen Deutungs- und Gültigkeitsbereich aus einem bestimmten Bezugssystem zuzuteilen. Dabei muss die Möglichkeit bestehen, den Sachverhalt aufgrund der Benennung disponibel zu halten, um seine Weiterverwendung zu gewährleisten, bzw. seine Transportierbarkeit in spezifische Beziehungsgefüge innerhalb des allgemeinen Bezugssystems zu sichern. Diese Qualitäten besitzt in ausreichendem Masse die Fixierung der Sachverhalte durch abstrakte Symbole. Sie erlauben, gestützt auf die Uebertragbarkeit der Zeichen und die Geltung der universellen Anwendbarkeit mathematischer Operationen, nicht nur Momentaufnahmen bestimmter Zustände, sondern auch die Ausweitung der Aussagemöglichkeiten über Sachverhalte in die Zukunft."

Unsere Diskussion wird in den beiden nachfolgenden Abschnitten durch die geschlossene kontrapunktorische Gegenüberstellung zweier (allerdings nicht ganz gleichgewichtiger) Referate eingeleitet. Die Ueberlegungen, mit welchen FREY (1967, S.147-158) seine Arbeit über "Die Mathematisierung unserer Welt" abschliesst, beziehen sich nicht bloss auf die Sozial-, sondern auf alle Wissenschaften und sind vom Anspruch des Autors her gesehen deshalb auch für die Soziologie relevant. KLUEVERS (1972, S.82-98) Aufsatz über "Mathematik und Verfügungswissen" steht dagegen im konkreten Zusammenhang der Diskussion um die deutsche Studentenbewegung: Ausgehend vom Verständnis der Mathematik durch die deutsche Studentenbewegung versucht er die Frage zu beantworten, wie die Mathematik im Rahmen einer von ihm vertretenen "kritischen Gesellschaftstheorie" zu interpretieren sei.

Es liegt auf der Hand, dass mit diesen beiden Positionen nicht die ganze Breite der möglichen Argumente abgedeckt werden kann. Die so ganz anderen Ausgangspunkte der beiden Autoren lassen aber doch bereits vermuten, weshalb wir die beiden Referate gleichwohl als exemplarische Beispiele gelten lassen möchten. Auf der Basis der Ausführungen von FREY und KLUEVER werden wir an- und abschliessend versuchen, eine Bilanz zu ziehen.

AUF DEM WEGE ZUR AKTIVEN GESELLSCHAFTSGESTALTUNG ?

Gerhard FREY (1967, S.149) geht davon aus, dass eine Mathematisierung stets eine Idealisierung und eine Transzendentalisierung bedeutet, da die Gegenstände der Mathematik Konstruktionen des menschlichen Geistes darstellen und somit idealer Natur sind. Eine Anwendung des konstruktiven Denkens der Mathematik setzt allerdings voraus, dass die Wirklichkeit selbst bereits konstruktiv gedacht worden ist. Ist diese Voraussetzung gegeben, können wir "in der Technik den Dingen unserer Umwelt die mathematischen Formen" aufprägen, diese wird dadurch bereits unmittelbar verfügbar und machbar. Damit eröffnet sich die "Möglichkeit der aktiven Weltgestaltung" (nach FREY S.152).

Diese Vision einer "aktiven Weltgestaltung" basiert also auf dem direkten Zusammenhang zwischen mathematisierter Erkenntnis und ihrer technischen Anwendung: Mathematisiertes Wissen verfällt unmittelbar der Technik. Die praktische Realisierung dieser Vorstellungen hängt eng mit der durch die Mathematik induzierten Entwicklung der Automatentechnik zusammen, die es zunehmend erlaubt, den Menschen von der formalen Rechenarbeit zu entlasten, da die rein formale Beherrschung der Welt den Maschinen überlassen werden kann (nach FREY S.153).

Aufgrund dieser Einsichten könnte man vielleicht vermuten, die Vorstellungen FREYs würden im reinen technokratischen Modell ausmünden, nach welchem die vollständigen Informationen über eine vollständig analysierte Problemlage bloss dem Rechenautomaten zu übergeben sind, der daraus eine einzige (gewissermassen die Synthese der verfügbaren Informationen darstellende) Lösung berechnet und dem Menschen somit jede voluntaristische Entscheidung und damit auch jedes Risiko abnimmt (vgl. dazu z.B. ELLUL 1971, S.189, MITRANI 1970, S.82-83).

Dieses technokratische Modell wird von FREY aber gerade nicht übernommen, da ihm nicht nur die Möglichkeiten, sondern auch die prinzipiellen Grenzen der Automatentechnik bekannt sind: Wir haben

bereits in unserem einleitenden Kapitel festgehalten, dass in jedem hinreichend reichen Formalismus formal unentscheidbare Sätze existieren, die bloss durch inhaltliches Denken zu beweisen oder zu widerlegen sind. Dieser Sachverhalt bedeutet, dass der bloss nach formalen Regeln arbeitende Rechenautomat diese Sätze weder beweisen noch widerlegen kann. Diese Ueberlegenheit des inhaltlichen über das formale Denken, welches FREY als das "schöpferische Denken" bezeichnet und das sich in der Automatentechnik in der Vorbereitung und Steuerung der Maschinen niederschlägt, weist dem Menschen in der FREYschen Vision durchaus seinen Platz zu.

Die Automatentechnik nimmt dem Menschen danach keineswegs das Heft aus der Hand, sondern entlastet ihn bloss, ermöglicht ihm dadurch tatsächlich schöpferisches Denken und damit eine aktive Gesellschaftsgestaltung. Der schöpferische Mensch kann nach FREY aber infolge der Bindung zwischen Technik und Mathematik wohl nur der schöpferische Mathematiker sein (nach FREY S.153): "Wir formalisieren unsere Welt, laden den Formalismus den Automaten auf und machen den Menschen frei für das schöpferische Denken im Dienste neuer weltumgestaltender Entwicklungen" (FREY S.154). Ganz ähnlich (und bloss etwas verkürzt) lautet auch die Schlagzeile eines in schweizerischen Tageszeitungen erschienenen Inserates der UNIVAC: "Wer die Routine beherrscht, kann freier entscheiden."

Für FREY (S.154) ist die eben skizzierte Entwicklung der Mathematisierung in Wissenschaft und Technik "ein Prozess, der sich in den derzeitigen kulturellen, sozialen, wirtschaftlichen und geistigen Verhältnissen nicht aufhalten lässt". Deshalb müssen auch die sich aus diesen nicht zu verhindernden Entwicklungen ergebenden Konsequenzen gezogen werden: Die Ausbildung einer genügenden Anzahl mathematisch geschulter Menschen, mit welchen der zunehmende Bedarf an schöpferischen Denkern gedeckt werden kann, wobei natürlich nicht die Vermittlung blosser Rechentechniken im Vordergrund der mathematischen Ausbildung zu stehen hat (wie etwa bei BOUDON 1971 A, S.39, oder KRUSKAL 1970), sondern die Einübung des schöpferischen mathematischen Denkens. Bereits im Vorschul-

alter sollten die Begabungen der Kinder analysiert und in der Folge systematisch gefördert werden (nach FREY S.155-156).

Man tut FREY wohl kaum Unrecht, wenn man behauptet, die Mathematik erhalte in seiner Zukunftsvision gewissermassen den Charakter eines Erlösungsmediums, dessen Wirksamkeit bloss mehr oder weniger gefördert oder gehemmt werden kann. Wohl sieht auch er die Möglichkeit, dass als Konsequenzen dieser Prozesse einige Disfunktionen auftreten, deren Relevanz er allerdings keine grosse Bedeutung beimisst: Zum einen stellt sich als Folge der erwarteten oder erhofften Symbiose zwischen Rechenautomaten und schöpferischem Menschen die von FREY bloss erwähnte, ihn aber explizit nicht weiter interessierende Frage nach der Verwendung der"Dummen", welche wohl im Dienstleistungssektor beschäftigt werden können. Aus diesen und ähnlichen Gründen die erwartete Entwicklung zu verdammen, wäre allerdings (so FREY S.155) durchaus falsch, denn schliesslich sind sowohl die Mathematik als auch die mathematisierten Wissenschaften "Schöpfungen des menschlichen Geistes und gehören daher zum Humanum".

Zum anderen bedeutet nach FREY die Bindung zwischen mathematisierter Wissenschaft und Technik, welche die Grundlage einer aktiven Gesellschaftsgestaltung bildet, auch die Möglichkeit der Manipulation. Doch auch diese Gefahr möchte FREY nicht überbewertet wissen: "Die Entwicklung .... wäre wohl nur dann von endgültig verheerender Wirkung, wenn derartige Manipulierbarkeiten das schöpferische Denken des Menschen endgültig ausschalten würden. Seine Ausschaltung bei bestimmten Menschengruppen würde zwar unser Bild vom Menschen, dem eine eigentümliche Würde zukommt, schwer beeinträchtigen, wäre aber für die Erhaltung und Entwicklung der Menschheit als Ganzes so lange keine endgültige Gefahr, als es Menschen gibt, die die Freiheit des schöpferischen Denkens bewahren konnten. Solange es Menschen gibt, denen immer wieder etwas Neues einfällt, solange ist zumindest in diesen Menschen die Würde des Menschseins erhalten geblieben. Und es besteht auch kein Grund daran zu zweifeln, dass es auch weiterhin immer wieder solche Menschen geben wird (FREY S.156; Hervorhebungen im Original weggelassen).

Damit wird (in Abhebung zum reinen technokratischen Modell) der in seinen Konsequenzen elitäre Charakter der Konzeption von FREY offenkundig, in welchem die Mathematik nur das Erlösungsmedium darstellt, welches den Menschen (und allenfalls eben auch nur einer kleinen Gruppe Auserwählter) die Möglichkeit zu schöpferischem Denken gibt.

FREY sieht durchaus, dass die Ziele der Gesellschaftsgestaltung durch das Werkzeug der Mathematik sich nicht formulieren lassen, denn dieses ist "weitgehend wertneutral". Aus dieser Tatsache dürfe aber kein Vorwurf an das neutrale Instrument der Mathematik gemacht werden, denn dass "man mit einer Axt einen Menschen erschlagen kann, ist kein Argument gegen die Herstellung von Aexten" (FREY S.158). Durch den Mangel einer Analyse der gesellschaftlichen Bedingungen (der Bedingungen, unter welchen eine Axt zum Töten eines Menschen oder zum Behauen von Bäumen verwendet wird) bleibt seine Behandlung der Wertproblematik allerdings notwendigerweise an der Oberfläche und wird schliesslich sogar dem Menschen, der doch die Gesellschaft aktiv zu gestalten hätte, entzogen: "Die wahre Freiheit des Menschen beruht darin, dass er schöpferische Einfälle hat und damit das Bestehende umgestaltet. Eine Gesellschaft hat daher um so mehr Freiheit, je dynamischer ihre soziale Ordnung ist. In unserer Zeit überhöhter Dynamik besteht ein Maximum an menschlicher Freiheit. Wobei es letzten Endes nicht darauf ankommt, wo sie besteht, sondern dass sie besteht. Das mathematische Organon ist neben der experimentellen Methode der Hauptgrund für jene Dynamisierung unserer Welt." Es geht deshalb darum, dieses Werkzeug zum Besten der Menschheit zu nützen, wohl wissend, dass uns keine Wissenschaft sagen kann, was zu unserem Besten dient, hoffend, "dass uns die richtige Wertordnung immanent oder transzendent geoffenbart wird" (nach FREY S.158; Hervorhebungen im Original weggelassen).

AUF DEM WEGE ZUR TECHNOKRATIE ?

Jürgen KLUEVER (1972, S.82) berichtet, für die Analyse der Mathematik durch die deutsche Studentenbewegung (und darauf bezieht sich sein kommentierendes Referat) sei das von MARCUSE und HABERMAS entwickelte Konzept des "Verfügungswissens" bestimmend gewesen: "Das Selbstverständnis der mathematischen Disziplin wird weitgehend akzeptiert und auf seine transzendentalen Voraussetzungen, auf das ihm zugrunde liegende Erkenntnisinteresse hinterfragt; dieses ist das der technischen Verfügbarkeit, das somit auch den methodologischen Rahmen dieser Disziplin bestimmt und von dem Erkenntnisinteresse etwa der hermeneutischen Wissenschaften unterschieden werden muss, da es hier um intersubjektive Verständigung geht. Daher kann eine kritische Gesellschaftstheorie, die auf emanzipatorisches Wissen abzielt, auch keine mathematische Gesellschaftstheorie sein" (KLUEVER S.82-83).

Diese Folgerungen der Studentenbewegung basieren zunächst darauf, dass die bei MARCUSE (z.B. 1967, S.14)durchaus ambivalente Rolle der Technik, welche sowohl ein potentielles Vehikel des gesellschaftlichen Fortschritts darstellt, als auch in der jetzigen gesellschaftlichen Situation die Funktion eines repressiven Herrschaftsinstrumentes übernimmt, in der Weise verkürzt wird, dass primär die romantisch-konservative Technikkritik und der repressive Charakter der mathematischen Erkenntnis betont wird (nach KLUEVER S.83-84). Die Oberflächlichkeit der Analysen der Studentenbewegung führt KLUEVER (S.85) zum im folgenden zu skizzierenden Versuch,anzugeben, "wie speziell die Mathematik im Rahmen einer kritischen Gesellschaftstheorie und Wissenschaftstheorie interpretiert werden kann."

Ausgangspunkt seiner Ueberlegungen bildet einerseits die Ablehnung der sich von MARCUSE herleitenden undifferenzierten Abwehr gegen Naturwissenschaft und Technik, welche letztlich in eine Flucht in die Romantik ausmünden muss. Auf der anderen Seite scheint ihm die "grundsätzliche Andersartigkeit des mathematisch-naturwissenschaftlichen Erkenntnisansatzes gegenüber emanzipatorischer Erkenntnis" (KLUEVER S.85) tatsächlich nicht bestreitbar.

Seine Begründung basiert auf dem MARXschen Verständnis von Wissenschaft als Tätigkeit und Arbeit, woraus sich das spezielle Erkenntnisinteresse der mathematischen Naturwissenschaften herleiten lässt: "Es ist das aus der aktiven Auseinandersetzung mit der Natur entstandene Interesse an der technischen Verfügbarkeit, an Herrschaft über die Natur. Dabei ist Wissenschaft allerdings nicht als ein individuelles Phänomen aufzufassen (und hier beginnt sich KLUEVER von FREY zu unterscheiden; A.B.), sondern stets als ein gesellschaftliches: Wissenschaftliche Tätigkeit lässt sich formal definieren durch die Regelhaftigkeit der wissenschaftlichen Operationen, und damit, im Sinne der intersubjektiv verbindlichen Regeln, dadurch, dass immer schon eine gesellschaftliche Gruppe als Subjekt der Wissenschaft gedacht werden muss. Das allen Individuen gemeinsame Interesse an der Verfügung über die Natur artikuliert sich in der Wissenschaft dadurch, dass sich die gesellschaftliche Gruppe der Wissenschaftler immer schon über die Regeln ihres - grundsätzlich gemeinsamen - Vorgehens geeinigt hat; die Regeln der mathematischen Wissenschaften können so als der formale Ausdruck des gesellschaftlichen Interesses an technischer Verfügbarkeit bezeichnet werden." Sie bewirken, dass "die Erkenntnis der Natur nicht mit dem Ziel einer Kommunikation mit ihr,sondern einer technischen Verfügung über die Erkenntnisobjekte stattfindet. Die methodologischen Regeln beinhalten also die strikte Subjekt-Objekt-Differenz, wobei sich gleichsam auf der Subjektseite der Erkenntnis die prinzipielle Austauschbarkeit der Erkenntnissubjekte, also der Wissenschaftler, ergibt" (KLUEVER S.86-87).

Kennzeichen der Gemeinschaft der Wissenschaftler ist somit, dass der einzelne Wissenschaftler auf der einen Seite zwar als prinzipiell gleichberechtigt anerkannt, auf der anderen Seite aber als austauschbar angesehen wird. Die durch das als verbindlich anerkannte Regelsystem bewirkte Gleichheit der Mathematiker entkleidet sie von allen individuellen Besonderheiten und ermöglicht dadurch die Intersubjektivität der mathematischen Erkenntnis und damit die Austauschbarkeit der Mathematiker, weil "jeder einzelne mathematisch-logische Schritt von jedem beliebigen Mitglied der Wissenschaftlergemeinschaft nachvollzogen werden kann" (KLUEVER S.90).

"Die Gemeinschaft der Naturwissenschaftler kann als Paradigma für eine liberale Gesellschaftsordnung dienen, in der die formale Gleichheit der Subjekte notwendig und hinreichend ist" (KLUEVER S.87).

Durch die Anwendung der Mathematik auf empirische Wissenschaften wird der Charakter des Verfügungswissens auch diesen aufoktruiert. Bekanntlich ergibt sich der empirische Gehalt einer mathematisch formulierten Theorie nicht aus der Mathematik selbst, sondern durch Experimente, welche nicht interessenfrei durchzuführen sind und stets nur auf einen engen Sektor bezogen werden können. Die dadurch entstehende Begrenzung des möglichen Verfügungswissens wird nun durch die Mathematisierung der Theorie aufgehoben, welche die Experimente gewissermassen logisch extrapoliert und das Verfügungswissen verbreitert. Die Bedeutung der Mathematik zeigt sich somit darin, dass sie mögliches Verfügungswissen bereitstellt, welches von den empirischen Wissenschaften konkretisiert wird (nach KLUEVER S.91-92).

Die spezielle Inhumanität einer Mathematisierung sozialwissenschaftlicher Erkenntnis ist nun nach KLUEVER (S.91) darin zu sehen, dass die Objekte einer mathematisch formulierten Theorie nie den Stellenwert potentieller Kosubjekte einnehmen können, weil sie passiv in die mathematische Struktur eingebettet werden müssen, um überhaupt mathematisch fassbar zu werden. So wie die Naturwissenschaften bestimmt sind durch das (prinzipiell allen gemeinsame) Interesse an der Verfügbarkeit über die Natur, zielt eine mathematisierte Gesellschaftstheorie (das wäre weiter zu folgern) auf die Verfügbarkeit über gesellschaftliche Phänomene.

Die Situation der "Geisteswissenschaftler" hebt sich aber entscheidend in der Weise ab, dass man hier nicht wie bei den Naturwissenschaften von einer Gemeinschaft der Wissenschaftler sprechen kann, welche sich über ihr Erkenntnisinteresse ein und für allemal geeinigt hat, auf jenes nicht der emanzipatorischen, aber der technischen Vernunft, sondern dass in den Geisteswissenschaften die verschiedenen Klasseninteressen nicht zur Deckung zu bringen sind, dass sich die "Gemeinschaft" der Geisteswissenschaftler

eben nicht über ihr Erkenntnisinteresse geeinigt hat und die daraus sich ergebende Methode, und dieses jeweilen neu konstituiert werden muss.

Die Mathematisierung der Soziologie bedeutet deshalb die Uebertragung des Erkenntnisinteresses der Naturwissenschaften auf die Soziologie: "Die Funktion des Mathematikers besteht ... darin, als reiner Mathematiker mögliches Verfügungswissen zu schaffen und die Bedingungen der Möglichkeit für neues Verfügungswissen zu verbessern; andererseits bringt er als Mitglied naturwissenschaftlicher Arbeitsgruppen auch direkt Verfügungswissen hervor und schliesslich stellt er Wissen bereit, das im Bereich sozialwissenschaftlicher Technik direkt zur Stabilisierung einzelner gesellschaftlicher Subsysteme dient, wie etwa als Wirtschaftsmathematiker oder Systemanalytiker ... Darüber hinaus kommt dem Mathematiker und speziell dem Mathematikpädagogen eine wichtige ideologische Funktion zu, nämlich diejenige, die technische Vernunft der mathematischen Denkweise als die einzige legitime Form der Rationalität überhaupt zu stilisieren und so ... die technische Vernunft durch die Ideologie der technokratischen Vernunft zu ersetzen" (KLUEVER S.94-95), wobei natürlich die Erfolge der angewandten Mathematik als permanente Stützen verwendet werden können.

Das hat zur Folge, dass nicht nur die mathematisierte Naturwissenschaft selbst nicht kritisch im Sinne einer Aufdeckung repressiver Systeme werden kann, aber diese stabilisiert, sondern dass das kritische Potential etwa in den Sozialwissenschaften durch die Ideologie der technokratischen Vernunft zurückgedrängt wird (nach KLUEVER S.96). Zwischen einer emanzipatorisch intendierten Soziologie und einer mathematisierten Soziologie besteht somit (das wäre zusammenfassend zu folgern) ein inhärenter Widerspruch.

WAS TUN ?

Eines scheint klar zu sein: In so unterschiedlichen Beurteilungen die eben skizzierten Referate auch ausmünden, die Grundlage dieser Urteile ist dieselbe. Die Basis der Ueberlegungen beider Autoren bildet offensichtlich die einleitend bereits erwähnte Tatsache, dass die Mathematik in einem besonders engen Verhältnis zur Technik steht, dass mathematisiertes Wissen besonders leicht und direkt technisch umsetzbar ist.

Weil FREY von den gesellschaftlichen Bedingungen einer durch das Medium der Mathematik wesentlich induzierten "aktiven Gesellschaftsgestaltung" abstrahiert, und das "schöpferische Individuum" (wie er es versteht, vgl. S.220-221) zum Telos seiner Vision erhebt, kann er mathematisches und mathematisiertes Wissen als im wesentlichen problemlosen Motor der gesellschaftlichen Entwicklung verstehen, deren Richtung bloss durch die Freiheit dieses "schöpferischen" Individuums vorgezeichnet ist. Eben gerade weil mathematisiertes Wissen verfügbar ist, kann es dem Rechenautomaten überantwortet werden und wird damit zum Instrument der Gesellschaftsgestaltung. Dieser Einsicht hat KLUEVER prinzipiell nicht widersprochen. Indem er aber die gesellschaftlichen Bedingungen, welche den Prozess des Umschlagens wissenschaftlicher Erkenntnis in die technische Anwendung bestimmen und damit faktisch für die konkrete Veränderung der gesellschaftlichen Wirklichkeit verantwortlich sind, in seine Analyse hineinnimmt (und diesen Bedingungen auch stets verhaftet bleibt), erhält das mathematisierte Wissen den Charakter des in seinen Konsequenzen repressiven "Verfügungswissens". Die Formulierung soziologischer Theorien nach dem Muster mathematisch-naturwissenschaftlicher Theorienbildung zerstört damit apriorisch den emanzipatorisch intendierten Charakter der von ihm vertretenen kritischen Gesellschaftswissenschaft, Soziologie geht auf in Sozialtechnik und stabilisiert somit jene Ordnung, die es zu hinterfragen gälte.

Wenn man weder die prinzipielle Potenz einer mathematisierten Soziologie als gesellschaftsverändernde Sozialtechnik (durch welche

eine "kritische Gesellschaftswissenschaft" natürlich nicht aufgehoben würde), noch ihren potentiell repressiven Charakter völlig negieren will, ist man leicht versucht, die Diskussion abzubrechen mit der zwar nichtssagenden aber doch eindrücklichen Formel, vermehrtes Wissen über soziale Zusammenhänge könne eben sowohl in die Dienste einer sozialen Emanzipation gestellt werden, als auch der Unterdrückung dienen, die mathematisierte Soziologie zeichne sich eben wie jedes technisch unmittelbar verwertbare Wissen durch eine ihr inhärente Ambivalenz aus.

An diese Feststellung schliesst sich dann üblicherweise der Appell an die moralische Integrität der Wissenschaftler an, die Möglichkeiten ihres Wissens verantwortungsbewusst zu nutzen und ihre praktische Verwertung zu überwachen. So wendet sich beispielsweise KAPLAN (1968, S.604) gegen die Angst vor einem Anwachsen des Wissens über menschliches Verhalten und fordert die Soziologen auf, "to use what we know so as to preserve and to enhance our precious humanity". GANZHORN (1970) verlangt vom Wissenschaftler, der zunehmend über eine informationsbedingte Vormachtstellung verfügt, die Uebernahme der entsprechenden Verantwortung, die auch zu einem moralischen Engagement im ausserwissenschaftlichen Bereiche führen müsse. Zur selben Schlussfolgerung gelangt auch LOEFFEL (1971, S.841), wenn er sie auch anders begründet: Der Gelehrte dürfe nicht mehr zusehen, "wie skrupellose Interessengruppen verschiedenster Schattierung mit wissenschaftlicher Perfektion ihre unlauteren Ziele verfolgen", sondern müsse vielmehr "aus seiner akademischen Geborgenheit und 'intellektuellen Domestikation'" hervortreten. Typischerweise hat sich diese Haltung bereits in der Präambel der von der WORLD FEDERATION OF SCIENTIFIC WORKERS (1949) herausgegebenen "Charta der Wissenschaftler" niedergeschlagen.

Wir sind allerdings der Meinung, dass derartige Appelle den einzelnen Wissenschaftler überfordern und deshalb die Gefahren einer auf Technik reduzierten Wissenschaft, also etwa und besonders einer mathematisierten Soziologie (und nur von dieser soll im folgenden die Rede sein), nicht zu bannen vermögen.

Gerade im Falle einer mathematisierten Soziologie können einige Charakteristika derselben aufgezeigt werden, welche die "Chance" ihres Missbrauchs als besonders akut erscheinen lassen. Wir meinen damit (1) die Tatsache, dass die Mathematik eine hochspezialisierte Sprache darstellt, (2) den Sachverhalt, dass sie durch ihre Verbindung zu informationsverarbeitenden Automaten sehr schnell und direkt an verselbständigte und vom Wissenschaftler damit nicht mehr zu kontrollierende Institutionen weitergegeben wird, und (3) den faktisch zu erwartenden Kodifikationseffekt einer mathematisierten Soziologie.

(1) Die Spezialisierung der Wissenschaft in einzelne wissenschaftliche Disziplinen und Sub-Disziplinen und deren gegenseitige institutionelle Absonderung hat dazu geführt, dass sich die wissenschaftlichen Fachsprachen ganz allgemein gegenseitig unverständlich werden (WHORF 1963, S.46). Man könnte vielleicht meinen, die Postulierung der Mathematik als Wissenschaftssprache schlechthin würde dieser Entwicklung ein Ende setzen. Die geringe Fasslichkeit und die Heterogenität der mathematischen Sprache hat aber, im Widerspruch zu dieser Erwartung, dazu geführt, dass es selbst für die mathematisierten Naturwissenschaften heute keine gemeinsame Sprache mehr gibt (WAGNER 1970, S.119). Das bedeutet, dass es verhältnismässig immer weniger Menschen gibt, welche die einzelnen hochspezialisierten mathematischen Formalismen zu deuten vermögen. Die kleinen Gruppen der "Wissenden" nehmen damit Machtpositionen ein, welche nicht mehr zu kontrollieren sind (BERNAL 1970, S.1167). Die Formulierung soziologischen Wissens durch eine nur wenigen Menschen geläufige mathematische Sprache führt damit zu einer von WAGNER (1970, S.119) bereits für die Naturwissenschaften beobachteten Konsequenz: zum Ausscheiden der Soziologie aus dem "öffentlichen Gespräch und dem allgemeinen Begreifen".

Damit wird auch eine Entwicklung rückgängig gemacht, welche seit der Abschaffung des Lateins als Wissenschaftssprache schlechthin eingesetzt hat, der Versuch nämlich, Wissenschaft nicht mehr als ein Privileg einer intellektuellen Elite zu begreifen, sondern öffentlich zu konstituieren. Die heute unternommenen Versuche,

die Wissenschaften zu popularisieren, vermögen diese Entwicklung nicht aufzufangen, da das Wissensgefälle zwischen dem wissenschaftlichen Spezialisten und dem Laien infolge der steten Wissensakkumulation steiler wird.

(2) Das mit einer Mathematisierung einhergehende Eindringen informationsverarbeitender Automaten in die Soziologie bedeutet wohlverstanden nicht die Uebergabe des so formulierten Wissens an einen anonymen Automaten (wie etwa FREY fälschlicherweise vorausgesetzt hat), der ja tatsächlich urteilslos ist (HACKER 1967, S.142-143, SCHWARTZ 1962, S.358),sondern an die Spezialisten der Informationsverarbeitung. Damit entgleitet dem Soziologen, der sich möglicherweise der speziellen Grenzen und Risiken der auf den Computer zugeschnittenen Formalisierung noch bewusst ist (LUETHI 1969, S.976), seine Schöpfung und gerät in den Einflussbereich jener Personen, welche einen "besseren und sicheren Zugang zu Informationen haben" (GANZHORN 1970). Ob dies allerdings, wie GANZHORN glaubt, die Gesellschaftsordnung zu einer "kooperativen Führungs- und Leistungsstruktur" umbildet, in welcher sich die Gruppe der "Informierten" neben die auf "Rang und Erfahrung, Verdienste und Würden" aufgebauten gesellschaftlichen Hierarchie stellt, ist fraglich, ebenso wie der Sturz der alten Hierarchie durch die Gruppe der "Informierten" im Sinne einer technokratischen Vision. Glaubhafter scheint die Annahme, dass die "Informierten" in die bestehende Gesellschaftsordnung eingegliedert werden, ohne dass diese dadurch strukturell verändert wird. In jedem Falle hat die Uebergabe soziologischen Wissens an Rechenautomaten aber die Konsequenz, dass dieses Wissen bloss für eine irgendwie zusammengesetzte Elite greifbar ist und aus dem Blickfeld der Oeffentlichkeit entschwindet.

Natürlich ist "Information" prinzipiell stets missbrauchbar. Die spezielle Missbrauchbarkeit einer durch den Rechenautomaten übernommenen mathematisierten Soziologie im Zusammenhang mit den etwa von BOUDON (1971 B, S.46-47) geforderten Informationsbanken, in welchen soziologisch relevantes Datenmaterial zu speichern wäre, liegt aber darin, dass diese Informationen (a) nur einer kleinen Zahl von Menschen zugänglich sind, und dass sie (b) in einer

hochzentralisierten Form gespeichert vorliegen. Die Probleme, welche sich daraus ergeben, sind zwar grundsätzlich bekannt (vgl. z.B. DODENHOFF 1971, S.6, OSSWALD 1970, RUGGLES 1970), mehr als partielle Lösungsversuche liegen aber nicht vor.

(3) Die mathematische Formulierung einer (beispielsweise soziologischen) Theorie lässt bestimmte Konsequenzen erwarten, welche wir in Anlehnung an die Terminologie von KOERNER (1966, S.91) unter den Begriff des "Kodifikationseffektes" subsummieren. Der zu erwartende Kodifikationseffekt wirkt sich aus (a) auf der Ebene der Theorie, (b) auf der Ebene der Methode und schliesslich (c) auf der Ebene der gesellschaftlichen Wirklichkeit.

(a) Auf der Ebene der Theorie kodifiziert eine mathematische Formulierung die ausformulierte Theorie viel stärker als eine verbale Formulierung, d.h. die mathematisch formulierte Theorie ist wesentlich geringer modifizierbar oder ersetzbar als eine verbal formulierte Theorie. Diese Tatsache steht (falls sie zutrifft) offensichtlich in Widerspruch zu den Intentionen der Neopositivisten, welche jede wissenschaftliche Erkenntnis als eine "vorläufige" und damit modifizierbar und modifikationsbedürftig verstanden haben wollen.

Die Begründung unserer These basiert zunächst auf den unter (1) und (2) erwähnten Sachverhalten, dass die Zugänglichkeit zur mathematischen Sprache einem kleinen Kreis spezialisierter Sachverständiger vorbehalten bleibt, und die Verwertung der Theorie bereits in der Phase der Informationsverarbeitung dem Soziologen entzogen wird. Der Charakter der mathematisierten Soziologie als "Ware", die mit einem bestimmten Aufwand erzeugt worden ist und deshalb auch einen "Ertrag" zu erbringen hat, verlangt die "Amortisation" auch weniger guter Theorien. Da auch verhältnismässig oberflächliche Theorien empirisch bestätigt werden können, stellt die empirische Ueberprüfung dazu ein nur unwesentlich wirksames Korrektiv dar. Die "Amortisation" einer mathematisierten soziologischen Theorie wird nun zweifellos dadurch erleichtert, dass sie aus den unter (1) und (2) erwähnten Gründen der Oeffentlichkeit entzogen und einer relativ kleinen Gruppe von Spezialisten

überantwortet wird, deren Interesse mit einer "Amortisation" der Theorie und nicht mit der Suche nach theoretischen Alternativen verbunden ist. Das führt zur Tendenz einer Kodifikation einmal ausformulierter Theorien, welche die im vorangehenden Kapitel festgehaltenen partiellen Vorteile von Formalisierungen inbezug auf ihre kritische Ueberprüfung überlagert.

(b) Die feststellbaren Erfolge der mathematisierten Soziologie (welche, wie erwähnt, nur sehr bedingt als Indikatoren der Qualität dieser Theorien zu interpretieren sind) und der Sachverhalt, dass eine einmal an der Universität institutionalisierte mathematische Ausbildung der Soziologen die "Produktion" mathematisierter soziologischer Theorien induziert, lassen auch auf der Ebene der Methode einen Kodifizierungseffekt erwarten. Nicht zu Unrecht befürchtet etwa KLUEVER (1972, S.95; vgl. auch CLARK 1962, S.612, HERTZ 1951), dass die mathematische Denkweise und damit die mathematisierte Soziologie zur einzigen als legitim betrachteten Form wissenschaftlich-soziologischer Tätigkeit sich entwickeln wird. Obwohl grundsätzlich sowohl eine sozialtechnisch konzipierte mathematisierte Soziologie neben einer verbal formulierten kritischen Gesellschaftswissenschaft denkbar ist, beide sich ergänzen und zum "Wohle" der Menschheit ausgenützt werden können, ist aus den oben erwähnten Gründen eben doch zu erwarten, dass sich aus der Praxis einer mathematisierten Soziologie eine methodologische Ideologie entwickelt (vgl. dazu auch GREIFFENHAGEN 1970, S.58-59), welche andere Ideologien und anderes nichtrationales Wissen zwar nicht verdrängt (MERCIER 1969, S.9), aber alternative wissenschaftliche Denkansätze mit dem Stigma der "Un-", "Vor-" oder "Ausserwissenschaftlichkeit" belegt. Denn der Mangel einer kritischen Gesellschaftswissenschaft gegenüber einer mathematisierten Soziologie ist offenkundig: "Kritik ist nicht verwertbar" (BRUECKNER und KROVOZA 1972, S.42).

(c) Die Kodifizierung einmal ausformulierter mathematisierter Theorien und der mathematischen Denkweise überhaupt, führt dazu, dass die Suche nach theoretischen Alternativen wohl nicht vollständig aufgegeben, aber doch auf einen bestimmten engen Bereich eingegrenzt wird (vgl. dazu etwa das Beispiel von HIRSCH 1970,

S.75). Damit schlagen diese zunächst bloss theoretischen Kodifizierungen um in eine Kodifizierung der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Eine Entwicklung in Richtung auf die Petrifizierung der bestehenden gesellschaftlichen Strukturen ist zwar nicht eine notwendige (wie etwa die Möglichkeiten der Simulationstechniken illustrieren), aber jedenfalls insofern zu erwarten, als die unter (a) und (b) erwähnten Kodifizierungseffekte die Möglichkeiten alternativen Denkens einengen.

Damit wäre zusammenfassend nicht bloss ein Kodifikationseffekt inbezug auf die einzelnen ausformulierten, mathematisierten soziologischen Theorien zu erwarten, sowie ein Kodifikationseffekt inbezug auf die wissenschaftlich als legitim sanktionierte Denkmethode, sondern ebenso ein Kodifikationseffekt der mathematisierten Soziologie inbezug auf die gesellschaftliche Wirklichkeit. Es ist leicht einzusehen, dass diese drei Entwicklungen, einmal in Gang gesetzt, die Tendenz haben, sich gegenseitig zu verstärken.

Wenn unsere bisherigen Ausführungen zutreffen, wenn es also richtig ist, dass der Wissenschaftler die Verwertung seiner Erkenntnisse in zunehmendem Masse nur unwesentlich beeinflussen kann, dass die Verwendung der Mathematik in der Soziologie und die Symbiose zwischen mathematischer Soziologie und informationsverarbeitenden Automaten bzw. deren institutionalisiertem Rahmen die Etablierung weitgehend unkontrollierter Machtpositionen geradezu notwendig bewirkt, dass die mathematisierte Soziologie nicht nur sich selbst, sondern auch die mathematische Denkweise und die gesellschaftliche Wirklichkeit zu kodifizieren tendiert, und damit theoretische, methodische und eben auch gesellschaftliche Alternativen in den Hintergrund drängt, dann wäre, falls die emanzipatorische Zielsetzung auch einer sozialtechnisch konzipierten mathematisierten Soziologie aufrecht erhalten werden soll, die grundsätzliche Vermeidbarkeit dieser Effekte zu belegen.

Wir haben bereits angetönt, dass der Auftrag zur Vermeidung dieser negativen Konsequenzen einer mathematisierten Soziologie nicht mit einiger Aussicht auf Erfolg an den einzelnen Wissenschaftler ge-

stellt werden kann, weil dieser seine Erkenntnisse, welche den Charakter einer Ware angenommen haben, nicht mehr kontrollieren kann.

Der einzige Ausweg in Richtung auf eine Rettung der mathematisierten Soziologie als emanzipatorisches Organon liegt somit darin, ihr verstärkte gesellschaftliche Kontrollen entgegenzustellen (KAERTNER 1972, S.77), die Wissenschaft als öffentlich und somit kritisierbar zu konstituieren. Das bedingt einerseits eine Demokratisierung der wissenschaftlichen Institutionen (BRUECKNER und KROVOZA 1972, S.137, HONDRICH 1972, S.126), auf der anderen Seite eine Nivellierung des (selbstverständlich nicht bloss mathematischen) Wissensgefälles und damit eine bildungspolitische Offensive. Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, wäre (so scheint es uns) die Angst vor einer sozialtechnisch orientierten mathematischen Soziologie nicht mehr zu begründen.

Unsere methodologisch ausgerichtete Arbeit führte uns somit letzten Endes zu gesellschaftspolitischen Postulaten, die es zu erfüllen gilt, wenn nicht entweder die mathematisierte Soziologie oder die emanzipatorische Zielsetzung derselben geopfert werden soll. Entscheidend scheint uns die Feststellung, dass der Widerspruch zwischen mathematisierter Soziologie und emanzipatorischer Zielsetzung kein notwendiger ist. Entscheidend ist auch, dass jedenfalls in groben Zügen angebbar ist, wie dieser Widerspruch aufzulösen wäre.

Eine emanzipatorisch ausgerichtete mathematisierte Soziologie ist denkbar - die Frage wäre: ob sie auch möglich ist.

Literaturnachweis

Adorno, Theodor W. u.a., Der Positivismusstreit in der deutschen Soziologie, Neuwied 1969

Aganbegjan, A.G. und W.N. Shubkin, Sozialforschung und quantitative Methoden, in: Autorenkollektiv, Quantitative Methoden in der Soziologie, Berlin (-Ost) 1970, S.21-47

Albert, Hans, Probleme der Theoriebildung, in: H. Albert (Hrsg.), Theorie und Realität, Tübingen 1964

Albert, Hans, Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften, in: Ernst Topitsch (Hrsg.), Logik der Sozialwissenschaften, Köln/Berlin 1965, S.126-143

Albert, Hans, Probleme der Wissenschaftslehre in der Sozialforschung, in: René König (Hrsg.), Handbuch der empirischen Sozialforschung, 1. Band, Stuttgart 1967, S.38-63

Alker, Hayward R., Mathematics and Politics, London 1965

Apel, K.O., Die Entwicklung der sprachanalytischen Philosophie und das Problem der Geisteswissenschaften, in: Philosophisches Jahrbuch, 72. Jg., München 1965

Apostel, Leo, Toward the formal study of models in the non-formal sciences, in: Hans Freudenthal (Hrsg.), The Concept and the Role of the model in Mathematics and natural and social sciences, Dordrecht 1961, S.1-37

Arab-Ogly, E.A., Die Modellierung in der Soziologie, in: Autorenkollektiv, Quantitative Methoden in der Soziologie, Berlin (-Ost) 1970, S.379-94

Arrow, Kenneth J., Mathematical Models in the Social Sciences, in: May Brodbeck (Hrsg.), Readings in the Philosophy of the Social Sciences, New York/London 1968, S.635-67

Atteslander, Peter, Methoden der empirischen Sozialforschung, Berlin 1971

Badura, Bernhard, Sprachbarrieren, Zur Soziologie der Kommunikation, Stuttgart-Bad Cannstadt 1971

Baier, Horst, Soziale Technologie oder soziale Emanzipation ? Zum Streit zwischen Positivisten und Dialektikern über die Aufgaben der Soziologie, in: Bernhard Schäfers (Hrsg.), Thesen zur Kritik der Soziologie, Frankfurt 1969 (A), S.9-25

Baier, Horst, Acht Thesen zur theoretischen und praktischen Kritik der Sozialwissenschaften, in: Bernhard Schäfers (Hrsg.), Thesen zur Kritik der Soziologie, Frankfurt 1969 (B), S.26-28

Barker, Ernest, The Political Thought of Plato and Aristotle, New York 1959

Bartholomew, David J., Stochastische Modelle für soziale Vorgänge, München/Wien 1970

Beauchamp, Murray A., Elements of Mathematical Sociology, New York 1970

The Behavioral and Social Science Survey Committee, The Behavioral and Social Sciences: Outlook and Needs, A Report by The Behavioral and Social Science Survey Committee, Englewood Cliffs N.J. 1969

Bell, E.T., Review of Dodd's "Dimensions of Society", American Sociological Review VII, 1942, S.707-09

Bense, M., Theorie dialektischer Satzsysteme, Eine Untersuchung über die sogenannte dialektische Methode, Philosophische Studien 1950

Benson, Oliver, The Mathematical Approach to Political Science, in: James C. Charlesworth (Hrsg.), Contemporary Political Analysis, New York/London 1967, S.108-33

Bergmann, Gustav, Sinn und Unsinn des methodologischen Operationalismus, in: Ernst Topitsch (Hrsg.), Logik der Sozialwissenschaften, Köln/Berlin 1965, S.105-112

Bergson, Henri, Zeit und Freiheit, Meisenheim/Glan 1949

Berlyne, D.E., Uncertainty and Conflict: A Point of Contact between Information-Theory and Behavior-Theory Concepts, The Psychological Review, Vol.64, No.6, November 1957, S.329-39

Bernal, John Desmond, Wissenschaft, Science in History, 4: Die Gesellschaftswissenschaften, Hamburg 1970

Bernhard, Thomas, Ungenach, Frankfurt 1968

Bernsdorf, Wilhelm (Hrsg.), Wörterbuch der Soziologie, Stuttgart 1969

Beshers, James M. und Stanley Reiter, Social Status and Social Change, Behavioral Science 8, No.1, Januar 1963, S.1-13

Bichsel, Peter, Kindergeschichten, Neuwied 1969

Billewicz, W.Z., Some remarks on the Measurement of Social Mobility, Population Studies 9, Juli 1955, No.1, S.96-100

Blalock, Hubert M., Causal Inferiences in Nonexperimental Research, Chapel Hill 1964

Blalock, Hubert M., Toward a Theory of Minority-Group Relations, New York 1967

Blalock, Hubert M., Theory Construction, Englewood Cliffs N.J. 1969

Blalock, Hubert M., The Formalization of Sociological Theory, unveröffentlichtes Paper, o.J.

Blau, Peter M., A Formal Theory of Differentiation in Organizations, American Sociological Review, Vol.35, April 1970, S.201-218

Blau, Peter M., Comments on two mathematical formulations of the theory of Differentiation in organizations, American Sociological Review, Vol.36, April 1971, S.304-07

Blumen, Isadore, Marvin Kogan und Philip J. McCarthy, The Industrial Mobility as a Probability Process, Ithaca 1955

Bolzano, Bernard, Betrachtungen über einige Gegenstände der Elementargeometrie, Prag 1804

Bolzano, Bernard, Beiträge zu einer begründeteren Darstellung der Mathematik, Prag 1810

Borgaetta, Edgar F., Sociological Methodology 1969, San Francisco 1969

Bottomore, Thomas B., Elites and Society, Hammondsworth 1964

Boudon, Raymond, L'analyse mathématique des faits sociaux, Paris 1967

Boudon, Raymond, Mathematical models and methods, in: Main trends of research on the social and human sciences, Part one: Social sciences, Mouton/Unesco, Paris/The Hague 1970, S.529-77

Boudon, Raymond, La crise de la sociologie, Genève 1971 (A)

Boudon, Raymond, La Sociologie de l'an 2000, in: La crise de la sociologie, Genève 1971 (B), S.43-47

Boudon, Raymond, Les fonctions de la formalisation en sociologie, in: La crise de la sociologie, Genève 1971 (C), S.225-46

Bourbaki, N. (Mathematikerkollektiv), Die Architektur der Mathematik, Physikalische Blätter, Mosbach 1961, Heft 4

Brodbeck, May (Hrsg.), Readings in the Philosophy of the Social Sciences, New York 1968

Brown, J.F., Psychology and Social Order, New York 1936 (A)

Brown, J.F., On the Use of Mathematics in Psychological Theory, Psychomatrica, Vol.I, 1936 (B)

Brückner, Peter und Alfred Krovoza, Was heisst Politisierung der Wissenschaft und was kann sie für die Sozialwissenschaften heissen ?, Frankfurt 1972

Bühl, Walter, Das Ende der zweiwertigen Soziologie, Soziale Welt, Jahrgang 20, Heft 2, 1969, S.163-80

Bunge, Mario, Causality, New York 1963

Bunge, Mario, Quantum Theory and Reality, Berlin 1967 (A)

Bunge, Mario, Scientific Research I, Berlin 1967 (B)

Burger, Ewald, Einführung in die Theorie der Spiele, Berlin 1966

Burger, Harald, Offenes, Verdecktes, Verschwiegenes in der Sprache, Neue Zürcher Zeitung Nr.145, 26. März 1972, S.49-50

Bush, Robert R., R. Duncan Luce und Patrick Suppes, Mathematical Models, in: International Encyclopedia of the Social Sciences, Volume 10, 1968, S.378-85

Carnap, R., Einführung in die symbolische Logik, Wien 1954

Cartwright, Dorwin und Frank Harary, Structural Balance: A Generalization of Heider's Theory, The Psychological Review 63, No.5, September 1956, S.277-93

Charlesworth, James C., Identifiable Approaches to the Study of Politics and Government, in: Charlesworth (Hrsg.), Contemporary Political Analysis, New York/London 1967, S.1-10

Church, Alonzo, Mathematics and Logic, in: Ernest Nagel, Patrick Suppes und Alfred Tarski (Hrsg.), Logic, Methodology and Philosophy of Sciences, Stanford 1962, S.181-86

Cicourel, Aaron V., Methode und Messung in der Soziologie, Frankfurt 1970

Claessens, Dieter, Rolle und Macht, München 1970

Clark, Joseph T., Remarks on the Role of Quantity, Quality, and Relations in the History of Logic, Methodology and Philosophy of Science, in: Ernest Nagel, Patrick Suppes, Alfred Tarski (Hrsg.), Logic, Methodology and Philosophy of Science, Stanford 1962, S.604-12

Coleman, James S., The Mathematical Study of Small Groups, in: Herbert Simon (Hrsg.), Mathematical Thinking in the Measurement of Behavior, Glencoe 1960

Coleman, James S., Introduction to Mathematical Sociology, Glencoe 1964

Comte, A., System of Positive Policy, London 1875, Vol.5

Dahlstrom, Edmund, Causal Explanation in Sociological Research, Acta Sociologica 2, No.3, 1959, S.129-59

Deutsch, Karl, On communication models in the social sciences, Public Opinion Quaterly, Vol.15, No.3, 1952

Deutsch, Karl, The Nerves of Government, New York 1963

Dodd, S.C., Dimensions of Sociology: A Quantitative Systematics for the Social Sciences, New York 1942

Dodenhoff, Wilhelm, Verhalten der Gesellschaft zum Verbrechen und zur Strafe, Köln 1971

Dreitzel, Hans P., Elitebegriff und Sozialstruktur, Stuttgart 1962

Duncan, Otis Dudley, Path Analysis: Sociological Examples, American Sociological Review 72, No.1, Juli 1966, S.1-16

Duncan, Otis Dudley und Peter M. Blau, The American Occupational Structure, New York 1967

Durbin, J., Appendix Note on a Statistical Question Raised in the Preceeding Paper, Population Studies 9, No.1, Juli 1955, S.101

Düsberg, K.J. und Erwin Tegtmeier, Buchbesprechung: Aaron V. Cicourel, Methode und Messung in der Soziologie, Frankfurt 1970, Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 23. Jahrgang, No.3, Oktober 1971, S.608-10

Easton, David, A System Analysis of Political Life, New York 1965

Eichhorn, Wolfgang et al. (Hrsg.), Wörterbuch der marxistisch - leninistischen Soziologie, Köln/Opladen 1969

Ellul, Jacques, Die Technokratie, in: Hans Maier, Klaus Ritter und Ulrich Matz (Hrsg.), Politik und Wissenschaft, München 1971, S.167-205

Engels, Friedrich, Dialektik der Natur, in: Werke Bd.20, Berlin 1968 (A)

Engels, Friedrich, Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft (Anti-Dühring), in: Werke Bd.20, Berlin 1968 (B)

Etzioni, Amitai, Mathematics for Sociologists ?, American Sociological Review, Vol.30, 1956

Eucken, Walter, Einleitung zur "Kritik der Nationalökonomie", in: Grundfragen der Nationalökonomie, Berlin 1950

Fairchild, Henry Pratt, Dictionary of Sociology, New York 1944

Fararo, T.J., The Nature of Mathematical Sociology: A Non-Technical Essay, Social Research, Vol.36, No.1, Spring 1969, S. 75-92

Ferreira, Pinto, Teoria de espaco social, Rio de Janeiro 1939

Festinger, Leo, A Theory of Cognitive Dissonance, Stanford 1956

Festinger, Leo, Die Bedeutung der Mathematik für kontrollierte Experimente in der Soziologie, in: Ernst Topitsch (Hrsg.), Logik der Sozialwissenschaften, Köln/Berlin 1965, S.315-36

Finsler, P., Formale Beweise und die Entscheidbarkeit, Mathematische Zeitschrift 25, 1926, S.676-82

Fisher, Irvin, The Applications of Mathematics to the Social Sciences, Bulletin of the American Mathematical Society, Vol.XXXVI, No.14, April 1930, S.225-43

Fraisse, Paul, Vorwort zu: Marc Barbut, Mathématiques des sciences humaines, I. Combinatoire et Algèbre, Paris 1967

Frege, Gottlob, Ueber Sinn und Bedeutung, in: Funktion, Begriff, Bedeutung, Fünf logische Studien, Göttingen 1966, S.40-65

French, John R.P., A Formal Theory of Social Power, Psychological Review 63, No.3, 1956, S.181-93

Freudenthal, Hans (Hrsg.), The Concept and the Role of the model in Mathematics and natural and social sciences, Dordrecht 1961

Frey, Gerhard, Sprache - Ausdruck des Bewusstseins, Stuttgart 1965

Frey, Gerhard, Die Mathematisierung der Welt, Stuttgart 1967

Fuchs, Walter R., Knaurs Buch der modernen Mathematik, München/Zürich 1966

Gabor, André, The Concept of Statistical Freedom and its Application to Social Mobility, Population Studies 9, Juli 1955, S.82-95

Gabor, Denis und André, An Essay on the Mathematical Theory of Freedom, Journal of the Royal Statistical Society 117, Serie A, 1954, S.31-72

Ganzhorn, K., Der Schritt ins Informationszeitalter, Referat eines Vortrages von Professor K. Ganzhorn in der Zürcher Volkswirtschaftlichen Gesellschaft, Neue Zürcher Zeitung No.587, 17. Dezember 1970, S.9

Gelbaum, Bernard R. und James G. March, Mathematics for the Social and behavioral Sciences, Philadelphia 1969

Gide, André, L'école des femmes, Paris 1929

Glass, D.V. (Hrsg.), Social Mobility in Britain, London 1954

Goldbeck, Ernst, Descartes' mathematisches Wissenschaftsideal, Halle 1892

Goodman, Leo A., Statistical Methods for the Mover-Stayer Model, Journal of the American Statistical Association 56, No.296, Dezember 1961, S.841-68

Goodman, Leo A., A Short Computer Programm for the Analysis of Transaction Flows, Behavioral Science 9, 1964, S.176-86

Goodman, Leo A., On the Statistical Analysis of Mobility Tables, American Journal of Sociology 70, No.5, März 1965, S.564-85

Greiffenhagen, Martin, Demokratie und Technokratie, in: Claus Koch und Dieter Senghaas (Hrsg.), Texte zur Technokratiediskussion, Mannheim 1970, S.54-70

Gudenatz, Carl, Zur Kritik der Lehre Kants von der Möglichkeit der reinen Mathematik, Leipzig 1897

Gut, Bernardo, Informationstheorie und Erkenntnislehre, Dornach 1971

Guttman, L. und P.F. Lazarsfeld, in: S.A. Stouffer, L. Guttman, P.F. Lazarsfeld et al., Studies in Social Psychology of World War II, Vol.IV: Measurement and Prediction, Princeton 1950

Habermas, Jürgen, Analytische Wissenschaftstheorie und Dialektik, in: Th.W. Adorno u.a., Der Positivismusstreit in der deutschen Soziologie, Neuwied/Berlin 1969 (A), S.155-91

Habermas, Jürgen, Gegen einen positivistisch halbierten Rationalismus, in: Th.W. Adorno u.a., Der Positivismusstreit in der deutschen Soziologie, Neuwied/Berlin 1969 (B), S.235-66

Habermas, Jürgen, Vorbereitende Bemerkungen zu einer Theorie der kommunikativen Kompetenz, in: Jürgen Habermas und Niklas Luhmann, Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie, Frankfurt 1971

Hacker, Alfred, The Utility of Quantitative Methods in Political Science, in: James C. Charlesworth (Hrsg.), Contemporary Political Analysis, New York 1967, S.134-49

Haret, La mécanique sociale, Paris 1910

Heider, F., Attitudes and cognitive organization, J. Psychol. 21, 1946, S.107-12

Heimann, Betty, System und Methode in Hegels Philosophie, Leipzig 1927

Heisenberg, Werner, Das Naturbild der heutigen Physik, Hamburg 1955

Helmer, Olaf, Sozialtechnik, in: Claus Koch und Dieter Senghaas (Hrsg.), Texte zur Technokratiediskussion, Mannheim 1970, S.293-311

Hempel, Carl G. und Paul Oppenheim, Der Typusbegriff im Lichte der neuen Logik, Leiden 1936

Hermann, Theo, Einführung in die Psychologie 5: Sprache, Frankfurt 1972

Hertz, H.R., zitiert nach E.T. Bell, Mathematics: Queen and Servant of Science, New York 1951

Heyden, Günter, Soziologie und Empirismus, in: Hermann Scheler, Historischer Materialismus und Sozialforschung, Berlin (-Ost) 1966, S.72-91

Hilbert, David, Axiomatisches Denken, Mathematische Annalen 78, 1918, S.405ff.

Hirsch, Joachim, Wissenschaftlich-technischer Fortschritt und politisches System, Frankfurt 1970

Holland, Janet und M.D. Steuer, Mathematical Sociology, a selective annotated bibliography, London 1969

Holm, Kurt, Der Intra-Rollenkonflikt des Werkmeisters, dargestellt insbesondere nach der Handlungstheorie von Talcott Parsons und Edward S. Shils, überarbeiteter Text einer unveröffentlichten Diplomarbeit, Berlin 1960

Hondrich, Karl Otto, Demokratisierung und Leistungsgesellschaft, Stuttgart 1972

Hörning, Karl H., Ansätze zu einer Konsumsoziologie, Freiburg 1970

Hume, David, Traktat über die menschliche Natur, Leipzig 1895

Hummon, Norman P., A Mathematical Theory of Differentiation in Organizations, American Sociological Review, Vol.36, April 1971, S.297-303

Inkeles, Alex, What is Sociology ? An Introduction to the Discipline and Profession, Englewood Cliffs 1964

Israel, Joachim, Self-Evaluation and Rejection in Groups, Stockholm 1956

The Journal of Mathematical Sociology, Hrsg. Bernhardt Liebermann, Gordon and Breach Publishers, New York/London/Paris

Kade, Gerhard und Werner Meissner, Wissenschaft und Politik als kybernetisches System, in: Haus Maier, Klaus Ritter und Ulrich Matz (Hrsg.), Politik und Wissenschaft, München 1971, S.259-85

Kaplan, Abraham, The Conduct of Inquiry, San Francisco 1964

Kaplan, Abraham, Mathematik und sozialwissenschaftliche Analyse, in: Martin Shubik (Hrsg.), Spieltheorie und Sozialwissenschaft, Hamburg 1965

Kaplan, Abraham, Measurement in Behavioral Science, in: May Brodbeck (Hrsg.), Readings in the Philosophy of the Social Sciences, New York/London 1968, S.601-08

Kärtner, Georg, Wissenschaft und Oeffentlichkeit, Band I, Göppingen 1972

Kemeny, John G., Mathematics without numbers, in: Daniel Lerner (Hrsg.) Quantity and Quality, Glencoe 1961, S.35-51

Kemeny, John G. und J. Laurie Snell, Mathematical Models in the Social Sciences, Waltham 1962

Kemeny, John G., J. Laurie Snell und Gerald L. Thompson, Introduction to finite mathematics, Englewood Cliffs N.J. 1966

Kerlinger, Fred N., Foundations of Behavioral Research, New York 1964

Kerschner, L.R., Cybernetics as a model for political science: a critique, in: J. Rose (Hrsg.), Progress in Cybernetics, Vol.3, London 1970, S.1215-30

Keyfitz, N., Matrix Multiplication as a Technique of Population Analysis, Milbank Memorial Fund Quaterly, No.42, Oktober 1964, S.68-84

Klaus, Georg und Manfred Buhr (Hrsg.), Marxistisch-leninistisches Wörterbuch der Philosophie, Band 1, Hamburg 1972

Klaus, Georg und Manfred Buhr (Hrsg.), Marxistisch-leninistisches Wörterbuch der Philosophie, Band 3, Hamburg 1972

Klüver, Jürgen, Mathematik und Verfügungswissen, in: Jürgen Klüver und Friedrich O. Wolf (Hrsg.), Wissenschaftskritik und sozialistische Praxis, Konsequenzen aus der Studentenbewegung, Stuttgart 1972, S.77-98

König, D., Theorie der endlichen und unendlichen Graphen, New York 1949

Körner, Stephan, Experience and Theory, London 1966

Kruskal, William (Hrsg.), Mathematical Sciences and Social Sciences, Englewood Cliffs N.J. 1970

Lachmann, R., The model in theory construction, in: M.H. Marx (Hrsg.), Theories in contemporary psychology, New York/London 1963

Lafargue, Paul, Erinnerungen an Karl Marx, Berlin 1953

Land, Eberhard, Staat und Kybernetik, Prolegomena zu einer Lehre vom Staat als Regelkreis, Salzburg/München 1966

Laumann, Edward O., Prestige and Association in an Urban Community, Indianapolis/New York 1966

Lazarsfeld, Paul (Hrsg.), Mathematical Thinking in the Social Sciences, Glencoe 1954

Lazarsfeld, Paul, Evidence and Inference in Social Research, in: May Brodbeck (Hrsg.), Readings in the Philosophy of the Social Sciences, New York/London 1968

Lazarsfeld, Paul und Neil W. Henry, Latent structure analysis, Boston 1968

Lefèvre, Wolfgang, Zum historischen Charakter und zur historischen Funktion der Methode bürgerlicher Soziologie, Frankfurt 1971

Leibnitz, Gottfried, Fragmente zur Logik, Berlin 1960

Lerner, Daniel (Hrsg.), Quantity and Quality, Glencoe 1961

Lévi-Strauss, Claude, Die Mathematik vom Menschen, Kursbuch 8 1967, S.176-88

Lewin, K., Principles of Topological Psychology, New York 1936

Lewin, K., Field Theory in Social Sciences: Selected Theoretical Papers, New York 1951

Lindenberg, Siegward, Simulation und Theorienbildung, in: Hans Albert (Hrsg.), Sozialtheorie und soziale Praxis, Meisenheim/Glan 1971, S.78-113

Lins, M., Espaco-Tempo e relacoes sociales, Rio de Janeiro 1940

Livi, Livio, Sur la mesure de la mobilité sociale, Population, No.1, Januar 1950, S.65-76

Löffel, Hans, Die Mathematik in der modernen Gesellschaft, Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 107. Jahrgang, No.4, Dezember 1971, S.831-42

Lorenzen, Paul, Die Entstehung der exakten Wissenschaften, Berlin 1960

Lorenzen, Paul, Methodisches Denken, Frankfurt 1969

Lövgren, Esse, Mutual relations between migration fields: A circulation analysis, Studies in Geography (Lund), Ser. B, No.13, 1957, S.159-69

Luhmann, Niklas, Sinn und Grundbegriff der Soziologie, in: Jürgen Habermas und Niklas Luhmann, Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie, Frankfurt 1971, S.25-100

Lüthi, Herbert, Die Mathematisierung der Sozialwissenschaften, Schweizerische Monatshefte, No.10, 1969, S.972-86

Lysen, A., Anorganisches und Organisches in den sozialen Erscheinungen, Kölner Vierteljahreshefte für Soziologie XI, 1932, S.139-53

Maccia, Elisabeth Steiner-, und George S. Maccia, Development of Educational Theory derived from three Educational Models, Final Report, Project No. 5-0638, Contract No. OE-186, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Dezember 1966

Maccia, Elisabeth Steiner-, Models and the Meaning of "Retroduction", Educational Theory Center, Occasional Paper 62-110, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Maccia, Elisabeth Steiner-, The Way of Educational Theorizing through Models, Educational Theory Center, Occasional Paper 62-111, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Maccia, Elisabeth Steiner-, The Conceptions of Model in Educational Theorizing, Educational Theory Center, Occasional Paper 62-114, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Maccia, George S., An Educational Theory Model: General Systems Theory, Center for the Construction of Theory in Education, Occasional Paper 62-126, Bureau of Education Research and Service, The Ohio State University

Maccia, George S. und G. William Reynolds, Quantum Theory, Center for the Construction of Theory in Education, Occasional Paper 63-139, Bureau of Educational Research and Service. The Ohio State University

Maccia, Elisabeth Steiner-, An Educational Theory Model: Information Theory, Center for the Construction of Theory in Education, Occasional Paper 63-141, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Maccia, Elisabeth Steiner-, Curruculum Theory and Policy, Educational Theory Center and Social Studies Curruculum Center, Occasional Paper 65-176, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Maccia, Elisabeth Steiner-, The Model in Theorizing and Research, Educational Theory Center, Occasional Paper 65-180, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Maccia, Elisabeth Steiner-, George S. Maccia, James F. Andris und Kenneth R. Thompson, Graph Theory as it Relates to General Systems Theory, Educational Theory Center, Occasional Paper 65-182, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Maccia, Elisabeth Steiner-, George S. Maccia, James F. Andris und Kenneth R. Thompson, Information Theory as it relates to General Systems Theory, Educational Theory Center, Occasional Paper 65-183, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Maccia, Elisabeth Steiner-, George S. Maccia, James F. Andris und Kenneth R. Thompson, Set Theory as it Relates to General Systems Theory, Educational Theory Center, Occasional Paper 65-184, Bureau of Educational Research and Service, The Ohio State University

Mao Tse-Tung, Worte des Vorsitzenden Mao Tse-Tung, Peking 1968 (erste Miniaturausgabe)

Mapes, Roy, Mathematics and Sociology, London 1971

March, James G. Measurement Concepts on the Theory of Influence, The Journal of Politics, Vol.19, Mai 1957, S.202-26

Marcuse, Herbert, Das Ende der Utopie, Berlin 1967

Marti, Kurt, Rosa Loui, vierzg gedicht ir bärner umgangssprach, Neuwied 1967

Marx, Karl, Grundrisse der Kritik der politischen Oekonomie, Berlin 1954

Marx, Karl, Das Kapital Bd.I, in: Werke Bd.23, Berlin 1968

Maslow, P.P., Soziale Modelle, in: Autorenkollektiv, Quantitative Methoden in der Soziologie, Berlin (-Ost) 1970, S.355-77

Mason, S.F., Geschichte der Naturwissenschaft, Stuttgart 1961

Massarik, Fred, Magic, Models, Man, and the Cultures of Mathematics, in: Fred Massarik und Philburn Ratoosh (Hrsg.), Mathematical Explorations in Behavioral Science, Homewood 1965

Massarik, Fred und Philburn Ratoosh (Hrsg.), Mathematical Explorations in Behavioral Science, Homewood 1965

Matras, Judah, Comparisons of Intergenerational Occupational Mobility Patterns: An Application of the Formal Theory of Social Mobility, Population Studies 14, No.1, Juli 1960, S.163-69

Mayntz, Renate (Hrsg.), Formalisierte Modelle in der Soziologie, Neuwied 1967

McGinnis, Robert, Mathematical Foundations for Social Analysis, Indianapolis 1965

McKinney, John C., Constructive Typology and Social Theory, New York 1966

McPhee, William, Formal Theories of Mass Behavior, Glencoe 1963

Mehlberg, Henryk, The Theoretical and Empirical Aspects of Science, in: Ernest Nagel, Patrick Suppes und Alfred Tarski (Hrsg.), Logic, Methodology and Philosophy of Science, Stanford 1962, S.275-84

Menne, Alfred, Einführung in die Logik, Bern 1966

Mercier, André, Science and Responsibility, "Filosofia", Torino 1969

Meyer, Marshall W., Some Constraints in analyzing data in organizational structures: a comment on Blau's paper, American Sociological Review, Vol.36, April 1971, S.294-97

Miranda, Pontes de, Introduccao a sociologia general, Rio de Janeiro 1927

Mitrani, Nora, Die Zweideutigkeit der Technokratie, in: Claus Koch und Dieter Senghaas (Hrsg.), Texte zur Technokratisdiskussion, Mannheim 1970, S.71-89

Morgenstern, Oskar, Logistik und Sozialwissenschaften, in: Ernst Topitsch (Hrsg.), Logik der Sozialwissenschaften, Köln/Berlin 1965, S.315-36

Mukherjee, Ramkrishna, A Further Note on the Analysis of Data on Social Mobility, in: D.V. Glass (Hrsg.), Social Mobility in Britain, London 1954, S.242-59

Mukherjee, Ramkrishna und J.R. Hall, A Note on the Analysis of Data in Social Mobility, in: D.V. Glass (Hrsg.), Social Mobility in Britain, London 1954, S.218-41

Musil, Robert, Der Mann ohne Eigenschaften, Sonderausgabe Hamburg 1970

Nadel, S.F., The Theory of Social Structure, London 1957

Napoleoni, Claudio, Grundzüge der modernen ökonomischen Theorien, Frankfurt 1968

Narr, Wolf-Dieter, Theoriebegriffe und Systemtheorie (Einführung in die moderne politische Theorie, Teil I), Stuttgart 1969

Neumann, John von, und Oscar Morgenstern, Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, Würzburg 1961

Neurath, Paul, Statistik für Sozialwissenschaftler, Stuttgart 1966

Nippert, Reinhardt, Quantifizierung der sozialen Realität, Düsseldorf 1972

Oeser, O.A. und Frank Harary, A Mathematical Model for Structural Role Theory I, Human Relations, 1962, S.89-109

Opp, Karl-Dieter, Kybernetik und Soziologie, Zur Anwendbarkeit und bisherigen Anwendung der Kybernetik in der Soziologie, Neuwied 1970 (A)

Opp, Karl-Dieter, Methodologie der Sozialwissenschaften, Hamburg 1970 (B)

Opp, Karl-Dieter, Buchbesprechung: Herbert M. Blalock, Theory Construction, Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 23. Jahrgang, No.3, Oktober 1971, S.606-08

Osswald, Albert, Datenschutz - ein hessisches Modell, IBM Nachrichten 203, 20. Jahrgang, Oktober 1970

Park, Robert Ezra, Human Communities - The city and human ecology, New York 1968

Parsons, Talcott, The Structure of Social Action, New York 1966

Peirce, Charles S., Collected Papers, hrsg. von Hartshorne und Weiss, Cambridge 1931ff.

Phillips, Bernard S., Social Research, Strategy and Tactics, New York/London 1966; deutsche Ausgabe: Empirische Sozialforschung, Wien/New York 1970

Popper, Karl R., Conjectures and Refutations, London 1963

Popper, Karl R., The Logic of Scientific Discovery, New York 1968

Prais, S.J., Measuring Social Mobility, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Vol.118, 1955 (A), S.56-60

Prais, S.J., The Formal Theory of Social Mobility, Population Studies 9, No.1, Juli 1955 (B), S.72-81

Quételet, Ad., Soziale Physik oder Abhandlung über die Entwicklung der Fähigkeiten des Menschen, Jena 1921

Rapoport, Anatol, Various Meanings of Theory, APSR 52, No.2, 1958, S.972-88

Rapoport, Anatol, Operational Philosophy, New York 1965

Rashevsky, Nicolas, Mathematical theory of human relations, Bloomington 1947

Rashevsky, Nicolas, Mathematical Biology of Social Behavior, Chicago 1950

Ratoosh, Philburn, Some Themes in This Volume, in: Fred Massarik und Philburn Ratoosh (Hrsg.), Mathematical Explorations in Behavioral Science, Homewood 1965, S.22-25

Reichardt, Three-Person Games with imperfect coalitions, A sociologically relevant concept in Game Theory, Institut für höhere Studien und wissenschaftliche Forschung Wien, Research Memorandum No.3, Mai 1966

Richardson, Lewis F., Arms and Insecurity, Pittsburgh 1960

Ritsert, J. und E. Becker, Grundzüge sozialwissenschaftlich-statistischer Argumentation, Opladen 1971

Rogoff, Natalie, Recent Trends in Occupational Mobility, Glencoe 1953

Rommetveit, Ragnar, Social Norms and Roles, Oslo 1953

Ruggles, Richard, Die zentrale Datenbank - Möglichkeiten ihrer Arbeitsweise, IBM Nachrichten 200, April 1970, 20. Jahrgang

Russell, Bertrand, Replies, in: P.A. Schilpp (Hrsg.), The Philosophy of Bertrand Russell, Chicago/Evanston Ill. 1944

Russell, Bertrand und A.N. Whitehead, Principia Mathematica 1910-1913

Savigny, Eike von, Analytische Philosophie, Freiburg/München 1970

Schelling, F.W.J., Darstellung meines Systems der Philosophie, Jena/Leipzig 1800

Scholz, H., Mathesis universalis, Abhandlung zur Philosophie als strenge Wissenschaft, Basel/Stuttgart 1961

Schwartz, J., The Pernicious Influence of Mathematics on Science, in: Ernest Nagel, Patrick Suppes und Alfred Tarski (Hrsg.), Logic, Methodology and Philosophy of Science, Stanford 1962, S.356-60

Scott, W., Some Remarks on the Measurement of Social Mobility, Population Studies 9, No.1, Juli 1955, S.102-03

Seiffert, Helmut, Information über die Information, München 1968

Seiffert, Helmut, Marxismus und bürgerliche Wissenschaft, München 1971

Selten, Reinhard, Anwendungen der Spieltheorie auf die politische Wissenschaft, in: Hans Maier, Klaus Ritter und Ulrich Matz (Hrsg.), Politik und Wissenschaft, München 1971, S.287-320

Shannon, C.E. und W. Weaver, The Mathematical Theory of Communication, Urbana 1949

Shubik, Martin (Hrsg.), Spieltheorie und Sozialwissenschaften, Hamburg 1965

Shubik, Martin, The Uses of Game Theory, in: James C. Charlesworth (Hrsg.), Contemporary Political Analysis, New York/London 1967, S.139-272

Simmel, Georg, Soziologie, Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung, VI. Kapitel: Die Kreuzung sozialer Kreise, S.305-44, Berlin 1908

Simon, Herbert A., A Formal Theory of Interaction in Social Groups, American Sociological Review 17, 1952, S.202-11

Simon, Herbert A., Models of Man, London 1967

Snider, Richard E., Game Theory and the Analysis of Political Behavior, in: Research Frontiers on Politics and Government, Washington 1955

Sorokin, Pitirim A., Social and Cultural Mobility, Glencoe 1964

Sorokin, Pitirim A., Sociological Theories of today, New York/London 1966

Spencer, Herbert, System of Synthetic Philosophy, 1862-96

Stegmüller, Wolfgang, Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie, Stuttgart 1965

Sternberg, Saul (Hrsg.), Mathématiques et Sciences Sociales - Mathematics and Social Sciences, Proceedings of the Seminars of Menthon-Saint-Bernard, France (1-27 July 1960) and of Gösing, Austria (3-27 July 1962), Paris/La Haye 1965

Stinchombe, Arthur L., Constructing Social Theories, New York/Chicago 1968

Svalastoga, Kaare, The Family in the Mobility Process, in: Nels Anderson (Hrsg.), Recherches sur la famille, Göttingen 1958

Svalastoga, Kaare, Gedanken zu internationalen Vergleichen sozialer Mobilität, Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft 5, 1961, S.296-300

Swift, Jonathan, Gullivers Reisen, München 1958

Tack, Werner H., Mathematische Modelle in der Sozialpsychologie, in: C.F. Graumann (Hrsg.), Sozialpsychologie, 1. Halbband, Göttingen 1969, S.232-65

Theodorson, George A. und Achilles G. Theodorson, Modern Dictionary of Sociology, New York 1969

Thiel, Rainer, Quantität oder Begriff ? Der heuristische Gebrauch mathematischer Begriffe in Analyse und Prognose gesellschaftlicher Prozesse, Berlin (-Ost) 1967

Thiemeyer, Jürgen, Zur Methodenfrage der Rechtssoziologie, Berlin 1969

Tufte, Edward R., The quantitative analysis of social problems, Reading Mass. 1970

Tumin, Melvin A. und Arnold S. Feldman, Theory and Measurement of Occupational Mobility, American Sociological Review 22, No.3, Juni 1957, S.281-88

Vermeer, Hans J., Einführung in die linguistische Terminologie, München 1971

Wagner, Friedrich, Weg und Abweg der Naturwissenschaft, München 1970

Wald, A., Ueber einige Gleichgewichtssysteme der mathematischen Oekonomie, Zeitschrift für Nationalökonomie, 1936

Walras, Léon, Eléments d'économie politique pure ou théorie de la richesse sociale, 1874 und 1877

Weil, André, Sur l'étude algébrique de certains types de lois de mariage (Système Murngin), in: Claude Lévi-Strauss, Les structures élémentaires de la parenté, Paris/La Haye 1967, S.257-65

Weingartner, Paul, Wissenschaftstheorie I, Einführung in die Hauptprobleme, Stuttgart-Bad Cannstadt 1971

Weymann, Ansgar, Gesellschaftswissenschaften und Marxismus, Düsseldorf 1972

White, Harrison, Anatomy of Kinship, Englewood Cliffs N.J. 1963 (A)

White, Harrison, Cause and Effect in Social Mobility Tables, Behavioral Science 8, No.1, Januar 1963 (B), S.14-27

Whorf, Benjamin Lee, Sprache, Denken, Wirklichkeit, Hamburg 1963

World Federation of Scientific Workers, Science and Mankind, No.1, London 1949

Wright, H.G. von, Deontic Logic, Mind, Vol. LX, No.237, Januar 1951, S.1-15

Yasuda, Saburo, A Methodical Inquiry in the Social Mobility, American Sociological Review 29, No.1, Februar 1964, S.16-23

Zeleny, Jindrich, Die Wissenschaftslogik und "Das Kapital", Frankfurt/Wien 1968

Zetterberg, Hans L., Theorie, Forschung und Praxis in der Soziologie, in: René König (Hrsg.), Handbuch der empirischen Sozialforschung, Stuttgart 1967, S.64-104

Ziegler, Rolf, Theorie und Modell, Der Beitrag der Formalisierung zur soziologischen Theorienbildung, München 1972

Zipf, George K., Human behavior and the principle of least effort, Cambridge Mass. 1947